

PARAMETROS DEL AGUA A TRATAR Y PLANTA PROPUESTA PARA SU TRATAMIENTO.

PARAMETROS CARACTERISTICOS DEL AGUA PROVENIENTE DE LA FACULTAD DE INGENIERIA.

Existen varios tipos de agua y cada una de ellas posee parámetros bien definidos que las caracterizan, permitiendo a las personas que las estudian decir con exactitud el tipo de agua que tienen presente en la muestra estudiada, ello según lo establecido en el decreto 883 relativo a las normas para la clasificación y el control de los cuerpos de agua.

El agua a la cual se le realizó un estudio de sus parámetros fue una muestra tomada en el estado Mérida en la zona de la Hechicera específicamente en la facultad de ingeniería núcleo la hechicera. Su estudio fue realizado previamente por un grupo de estudiantes de dicha facultad de la escuela de química con el fin de determinar el tipo de agua presente en este recinto universitario y si cumplía con las normas establecidas por las normas COVENIN para su consumo.

Los parámetros medidos fueron:

Temperatura: 19°C

Sabor: como no existen métodos de medición ni unidades para su medida se designó una escala arbitraria de 0 a 5 donde: 5: Agradable, 0: Desagradable

El sabor medido de esta fue aproximadamente de 4.

pH: aproximadamente de 7.5

Conductividad: aproximadamente 79 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Sólidos disueltos totales: 37.5mg/L

Grupos coliformes (totales y fecales):

Totales: 275 NMP/100ml

Fecales: 50 NMP/100ml

Sodio : 2.0 ppmNa

Hierro: 0.8 ppmFe

Gracias a este estudio se pudo concluir que el agua que se tiene en la muestra es un agua sub-tipo 1B pueden ser acondicionadas por medio de

tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y cloración.

PLANTA PROPUESTAS PARA LA PURIFICACION Y POTABILIZACION DEL AGUA.

Luego del estudio de las aguas y el conocimiento de sus propiedades, se puede plantear procesos de potabilización del agua que permitan eliminar las impurezas con efectividad, de tal manera que dicha agua sea apta para el consumo de las comunidades en general.

Los procesos que se deben aplicar a este tipo de agua deben ser capaces de eliminar las bacterias e impurezas existentes hasta llegar al límite permitido por las leyes ambientales. El proceso planteado por la empresa WATERFRESH H.B.R.S consiste en 3 etapas:

La primera etapa es un proceso de cloración donde se eliminan gérmenes y bacterias, en la segunda se trata el agua con filtros, uno de ellos está compuesto por carbono activo el cual se utiliza para remover el cloro, sabores y demás químicos orgánicos presentes en el agua, el segundo es de celulosa que se utiliza para retención de partículas mas bajas de 2,5 μm y la tercera etapa se trata el agua con un último filtro especial para la purificación completa de ella, obteniéndose luego el producto deseado, apto para su consumo.

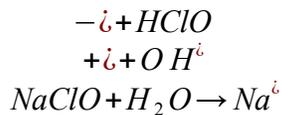
- **Cloración:** tratamiento bacteriológico eficaz y usado comúnmente en la desinfección de depósitos de aguas; este se basa en aplicar a los mismo directamente cantidades específicas de cloro o compuestos clorados. El proceso es efectivo así como lo sea el control de abastecimiento de la cantidad de cloro que se deba agregar. Esta desinfección significa llevar las cantidades de impurezas hasta los límites más bajos establecidos por la ley. El cloro que se utiliza puede aplicarse por algunos de los compuestos que lo contienen como el hipoclorito de sodio.

El cloro es un componente muy útil presenta las siguientes características:

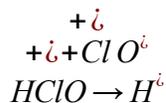
- Posee una acción germicida de espectro amplio.
- En los sistemas de distribución de agua muestran una buena firmeza esto debido a que poseen propiedades residuales que pueden medirse fácilmente y vigilarse luego que el agua ha sido tratada.
- El cloro y sus derivados se consiguen fácilmente en cualquier lugar ya sea en países en desarrollo.
- En relación a costo es económico y eficiente.

En el mercado el cloro puede tener distintas presentaciones para realizar la desinfección del agua entre las cuales se encuentran: hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio, cloro gaseoso, cal clorada. El cloro en cualquiera de sus formas, se hidroliza al entrar en contacto con el agua, y forma ácido hipocloroso (HClO) de la siguiente forma.

- En el caso del Hipoclorito de sodio, la reacción que tiene lugar es:



Durante el proceso químico de la desinfección del agua se producen compuestos como cloroaminas, dicloraminas y tricloraminas en presencia de amoníaco en el agua. También se forma el ácido clorhídrico y los hidróxidos de calcio y sodio, las cuales no participan en el proceso de desinfección. En el proceso la especie desinfectante es el ácido hipocloroso (HClO), el cual se disocia en iones hidrogeno e hipoclorito e adquiere sus oxidantes.



Estos actúan inhibiendo la actividad enzimática de las bacterias y virus y produciendo su inactivación.

Hipoclorito de sodio

Nombre Comercial o Común: Blanqueador, líquido, lejía, agua lavandina, agua sanitaria.

Características: solución líquida amarillenta.

% Cloro Activado: 1 a 15% como máximo. Las concentraciones mayores de 10% son inestables.

Estabilidad con el tiempo: baja pérdida de 2 a 4% por mes; mayor si la temperatura excede los 30°C.

Seguridad: Corrosión

- **Bomba:** es un aparato que se utiliza para transformar la energía, aplicándola para mover la cantidad de agua necesaria, normalmente el movimiento es ascendente. Las bombas pueden ser de dos tipos

volumétricas y turbo-bombas, todas constan de un orificio de entrada (de aspiración) y otro de salida (de impulsión). Las bombas para su funcionamiento necesitan energía eléctrica. Las especificaciones de la bomba usada son las siguientes:

Booster Pump: SHURflo 90 psi 115 VAC serie de bombas con cable 8000 (NSF, UL, CUL lista)

Acumulador tanque: 2 litros SS y butilo vejiga de goma. (NSF)

Puertos Agua: 3/8 "de entrada / salida de lengüeta

Pre-carga: w / aire en la instalación.

50 psi recomienda para la mayoría de aplicaciones de bebidas

Dibuja bajar el volumen: 0,75 galones (@ 50 psi pre-carga)

Dimensiones: 13 "x 13" x 10 "

Eléctrica: 115 VAC

Peso: 13 libras (vacío)

Presión máxima de trabajo: 117 PSI

Límites de temperatura: 34 ° -120 ° F (1.1 ° - 49 ° C)

- **Filtración con carbono activo:** el carbón activado es un material que se prepara en la industria para que tenga una elevada superficie interna y así poder absorber una gran cantidad de compuestos muy diversos. Las principales características por las cual se utiliza el carbón activado son: eleva capacidad y baja selectividad de retención. Las altas superficies internas que poseen estos filtros y la distribución de tamaños de los poros juegan un papel importante para esta retención de partículas. En general, los microporos (tamaño inferior a 2nm) le confieren la elevada superficie y capacidad de retención, mientras que los mesoporos (tamaño comprendido entre 2-50nm) y macroporos (tamaño>50nm) son necesarios para retener moléculas de gran tamaño, como pueden ser colorantes o coloides, y para favorecer el acceso y la rápida difusión de las moléculas a la superficie interna del sólido. Por su naturaleza apolar y por el tipo de fuerzas implicada en el proceso de adsorción, retendrá preferiblemente las moléculas apolares y de alto volumen molecular (hidrocarburos, fenoles, colorantes) mientras que sustancias como el nitrógeno, oxígeno y agua particularmente no se retienen por el carbón activado a temperatura ambiente.

Los filtros de carbón activo se usan para la reducción de olor, color y sabores que el cloro agregado puede dejar. Este filtro consiste en un cartucho donde se ponen extractos de carbón activado pulverizado, el cual es el medio de filtración.

- **Filtración con celulosa:** la celulosa es un biopolímero compuesto por moléculas de glucosa, es una molécula muy abundante en el mundo está formada por una cadena polimérica larga y posee peso molecular variable.

En la industria es un agente auxiliar tecnológico blanco, de fluidez libre para todas las industrias, su ingestión no tiene límites aun ya que es de gran aceptación fisiológica y es por ello su uso en una gran variedad de implementos, en este caso en la fabricación de filtros para la purificación de agua.

Este segundo filtro compuesto por celulosa como componente principal, complementa el proceso realizado por el filtro de carbono activo, otorga cierto sabor y un mejor aroma al agua tratada. Este filtro es usado normalmente para purificar aguas con alto contenido de suciedad está fabricado con especificaciones tales, que la humedad no lo haga inusable, obteniendo un tiempo de uso de aproximadamente de 1 año de duración.

- **Filtro SELECTO SCIENTIFIC SMF IC620:** Este tipo de filtro es usado normalmente para la purificación del agua utilizada en la producción de bebidas gaseosas, se encarga de disminuir las bacterias e impurezas hasta los límites mínimos establecidas por las normas COVENIN.

El filtro está construido en nailon con una resistencia a altas presiones, con las dimensiones más exactas y eficiente para la purificación del agua, con una capacidad 40 veces mayor para la retención de suciedad y 30 veces una mayor retención de cloramina que cualquier otro filtro de carbono u otro filtro de propileno.

Sus funciones son básicamente la de cualquier otro filtro pero con una maximización de su efectividad, elimina la suciedad, químicos, cloro, cloramina, los olores, compuestos orgánicos, mejora el sabor entre otras.

Es por ello que este se coloca como último filtro en la planta para eliminar las pocas impurezas restantes y que se hayan podido pasar por alto además para eliminar el posible exceso de cloro que pudo haber quedado del proceso de cloración.

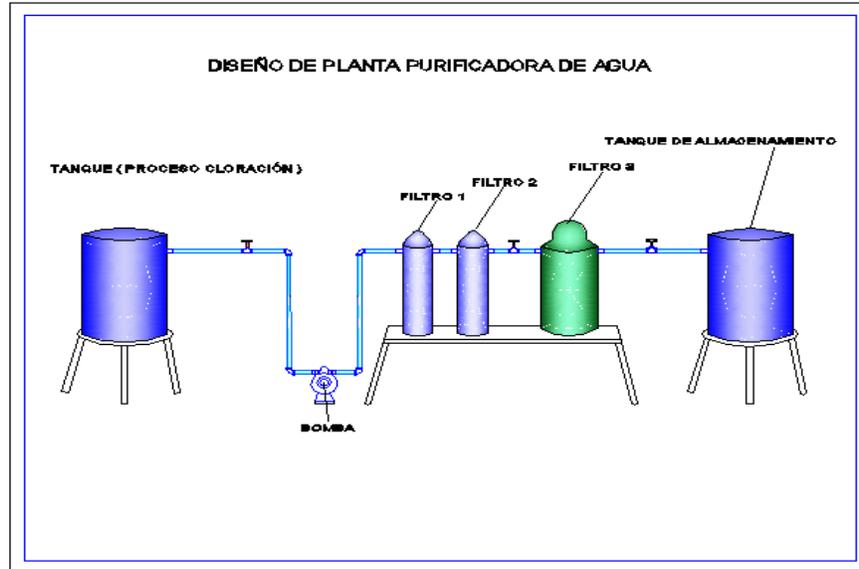


Figura N° 5 Planta purificadora de agua.

DESCRIPCION DE LA PLANTA PURIFICADORA.

La planta consta de operaciones unitarias que se clasifican como proceso de filtración y separación los cuales son encargados del tratamiento y purificación del agua.

En la figura N° 6 se muestran específicamente cada escala por la que debe pasar el producto para llegar hasta su purificación total.

El proceso comienza con la alimentación de agua a un tanque de almacenamiento (capacidad 208,46 L) esta cantidad fue de 107,2L, en este se deja reposar para luego suministrarle cantidades adecuadas de cloro para la eliminación de bacterias e impurezas (estas cantidades dependen de la cantidad de agua a tratar) en este caso se suministran 0,83L esta es impulsada a través de una bomba la cual realiza un movimiento ascendente generando una velocidad de flujo máxima de 0,102 L/s, el agua impulsada es tratada por un primer filtro de carbón activo (Filtro 1); este filtro cuenta con una elevada capacidad y baja selectividad de retención, se emplea principalmente para reducir el olor, color y sabores del cloro agregado. El Filtro 2 se emplea para retención de partículas bajas y para otorgar un mejor sabor y aroma al agua tratada, por último se utiliza un filtro SELECTO SCIENTIFIC SMF IC620 con una resistencia a altas presiones, con las dimensiones más exactas y eficiente para la purificación del agua, con una capacidad 40 veces mayor para la retención de suciedad y 30 veces una mayor retención de cloramina que cualquier otro filtro de carbono u otro filtro de propileno.

Al final del proceso el producto obtenido es un agua pura apta para el consumo de los seres humanos libre de cualquier tipo de bacterias o impurezas.

PARTE EXPERIMENTAL II.

Una vez tratada el Agua proveniente de la facultad de Ingeniería a través de los procesos de purificación planteados por la empresa WATERFRESH tales como cloración, filtración con carbono activo, filtración con celulosa y filtración con un filtro SELECTO SCIENTIFIC SMF IC620 se realiza el estudio de los parámetros característicos.

TEMPERATURA.

Materiales.

Envases Plásticos

Termómetro de vidrio

Procedimiento.

La medida de la temperatura se le realiza a las cuatro muestras del agua procesada las cuales se almacenan en envases plásticos, para esta medición se utiliza un termómetro de vidrio el cual es colocado en contacto directo con cada una de ellas por pocos minutos para esperar que la lectura se estabilice, se registra el valor de cada temperatura.

SABOR.

Durante el control del proceso de purificación, el sabor del agua es fundamental para el consumo de las personas, en esta parte cada integrante prueba las muestras de agua con el fin de indicar su sabor es agradable o no.

OLOR

En el agua los malos olores se deben a la existencias de microorganismos, tratamientos químicos, a las actividades industriales entre otros, el cloro puede reaccionar con estos organismos y producir los malos olores. Para la determinación del olor en las muestras de Agua, se percibe el olor en cada una de ellas con la finalidad de saber si tienen un olor agradable o característico.

COLOR

A cada muestra se le realiza una comparación visual

DUREZA DEL AGUA.

Tradicionalmente, la dureza se definía en función de la capacidad de los cationes presentes en el agua para sustituir a los iones sodio o potasio de los jabones y formar productos poco solubles que causan depósitos sólidos en las tuberías. Muchos cationes de cargas múltiples comparten esta indeseable propiedad. Sin embargo, la concentración de iones de calcio y magnesio en el agua natural excede con mucho la de cualquier otro ion metálico. Por consiguiente la dureza se expresa ahora según la concentración de carbonato de calcio que es equivalente a la concentración total de todos los cationes multivalentes en una muestra.

Para la determinación de la dureza se utilizó el método de valoración con Ácido Etilendiaminotetracético (EDTA), es un ácido amino carboxílico, al mismo se agregó una pequeña cantidad de cloruro de magnesio ($MgCl_2$) destinada a la determinación de calcio, a las muestras de agua se agregó como indicador negro de eriocromo T, y solución amortiguadora para regular el pH a 10. En este método los iones de calcio desplazan los iones de magnesio del complejo de EDTA y quedan libres para combinarse con el negro de eriocromo T, impartiendo un color rojo a la disolución. Sin embargo, una vez complejados todos los iones calcio, los iones de magnesio liberados se combinan de nuevo con el EDTA, hasta que se observa el punto final. Este procedimiento requiere estandarizar la disolución de EDTA con el patrón primario carbonato de calcio.

Métodos y Materiales.

Se utilizaron soluciones EDTA (Ácido Etilendiaminotetracético) (Merck, 99,9% pureza) de concentración 0,010007M, como agente quelante en presencia de Negro de Eriocromo T como indicador, una solución amortiguadora de cloruro de amonio (NH_4Cl) (J.T Baker, 99,8%) y una de carbonato de calcio ($CaCO_3$) de concentración 1mg/ml (Merck, 100% pureza). Esta sustancia indicadora nos permite observar el final del punto de equivalencia debido que su combinación en forma de complejo imparte una coloración rojo vino.

Para el desarrollo de esta experiencia se utilizaron como instrumentos os pipetas volumétricas, una de ($50 \pm 0,05$) ml y de ($10 \pm 0,02$)ml, también se usó una pipeta graduada de ($10 \pm 0,03$) ml.

Preparación de una solución de EDTA 0.01 N y su estandarización con carbonato de calcio.

Primero Se pesó 3.7224 g de EDTA, sal disódica dihidratada y 0.1 g. de $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ en un vaso de precipitado limpio y se disolvió con agua destilada, luego se transfirió a un matraz volumétrico de 1000 ml y se mezcló bien la solución.

Preparación de la solución estándar de carbonato de calcio y su valoración con EDTA:

Se puso a secar en una estufa a 100 ° C algunos gramos de carbonato de calcio patrón primario por 2 horas, se enfrió en un desecador y se pesó con exactitud 0.5 g. de la sal, se transfirió a un vaso de precipitado de 500 ml, y se agregó HCL al 50% poco a poco hasta que el carbonato de calcio se disolvió. Se agregó 200 ml de agua destilada y se puso a hervir por varios minutos para expulsar el CO₂. Después se agregó 3 gotas de indicador rojo de metilo y agito hasta la aparición de un color anaranjado, por último se transfirió a un matraz volumétrico de 500 ml. Se completó con agua destilada hasta el aforo y se mezcló bien la solución tomando en cuenta que cada mililitro de dicha solución fue equivalente a un miligramo de carbonato de calcio. Luego se tomó una alícuota de 10 ml de la solución estándar en un erlenmeyer de 250 ml y se adicionó 1 ML de solución amortiguadora a pH = 10 y una pequeña cantidad de negro de eriocromo T y por último se tituló con cuidado empleando la solución de EDTA (0.01 M) hasta el punto donde el color cambió de rojo vino a azul puro.

Al adicionar EDTA a la solución que contiene la muestra con el indicador, el EDTA se combinó primero con el Ca⁺² y luego con el Mg⁺², ya que el complejo EDTA-Ca⁺² es más estable que el complejo EDTA-Mg⁺², mediante las siguientes reacciones:



El negro de eriocromo T se usó como indicador visual de la presencia de los iones Calcio y Magnesio en el agua, que son los responsables de la dureza del agua. Este colorante forma a pH 10 un compuesto con el calcio y el magnesio de color rojo vino.

El agua que tenía mayor concentración de CaCO₃ se mezcló con la solución reguladora que contenía eriocromo T, la mezcla tomó un color rojo vino. Ahora bien cuando se le agregó EDTA, esta sustancia "secuestró", es decir, le quitó el calcio y magnesio al colorante indicador que vira al azul.

Análisis de la muestras problemas.

Se procedió a tomar una alícuota de 10 ml de la primera muestra de agua sin procesar y se transfirió a un Erlenmeyer de 250 ml, se agregó 1 ml de solución amortiguadora y con una espátula también se le agregó un poquito del indicador Negro de Eriocromo T.

Se tituló con solución estándar de EDTA valorada hasta que se observó el cambio de color de rojo vino a azul puro.

Este procedimiento se repitió con la muestra de agua 2 (agua más cloro), la muestra de agua 3 (cloro más los filtros 1 y 2) y la muestra de agua 4 (cloro más los filtros 1, 2 y 3).

CONDUCTIVIDAD.

Materiales

- Conductímetro ORION Modelo 150

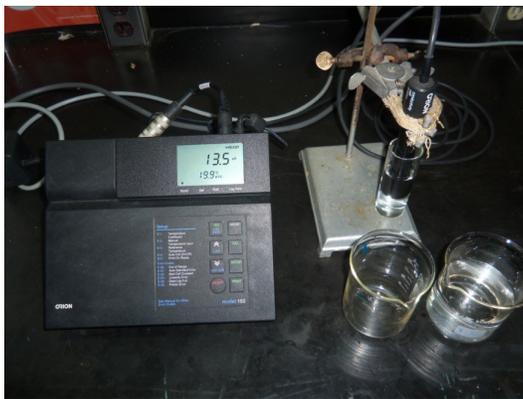


Figura N°6 Conductímetro.

Reactivos

Soluciones para calibrar el equipo (Agua destilada)

Principio de medición del equipo: μS

Procedimiento Experimental

La conductividad es la medida de la concentración iónica total de una disolución, esta se determina través de un instrumento llamado Conductímetro, para la lectura de conductividad de las muestras de Agua provenientes del sector la Hechicera lo primero que se debe hacer es limpiar el recipiente de vidrio (celda de conductividad), para ello utilizaron una pisseta con agua destilada de tal manera

de evitar cualquier clase de contaminación, se enciende el equipo para la calibración, esta es de gran importancia para obtener una elevada exactitud de lectura, la calibración consiste en sumergir el electrodo dentro de disoluciones patrón que para este caso es el agua destilada y se calibra hasta obtener la medida de conductividad registrada por el equipo. Una vez calibrado el equipo se coloca en el vaso de precipitado cierta cantidad de agua de la muestra y se sumerge la celda, esta no debe tocar las paredes ni el fondo del recipiente, se agita la muestra ya que así mejora la calidad de las medidas aumentando la rapidez, la agitación deberá ser siempre moderada, el equipo es programado de tal manera que se proceda la medición de conductividad, se espera a que la lectura se fije en la pantalla, el instrumento actúa como si fuera un usuario experimentado diciendo cuando la lectura es estable, se anota el valor mostrado en la pantalla, se retira el electrodo y se lava nuevamente con agua destilada y se procede a realizar las medidas de conductividad al resto de las muestras siguiendo los mismos pasos.

ANALISIS DEL pH.

Materiales

- Medidor de pH (Ω Metrohm modelo 691 pH Meter).
- Motor para agitación y barra magnética.



Figura N°7 pH-metro

Procedimiento Experimental

El análisis del pH de las muestra de agua recolectadas en las diferentes etapas del proceso se efectuó a través de un pH-metro. El pH-metro mide la diferencia de potencial entre los electrodos (electrodo de referencia y un electrodo de vidrio) o electrodo (un solo electrodo de tipo combinado) y dependen de la concentración de hidrogeniones del medio que se analiza. El pH-metro consta esencialmente de dos partes: los electrodos y el potenciómetro. El potenciómetro

mide la diferencia de potencial que se establece entre los dos electrodos y nos indica directamente el pH de la solución.

Para lectura del pH del agua se acciona el interruptor, se agregó una pequeña cantidad de la muestra en un vaso de precipitado, en el cual se introdujo el electrodo del pH-metro, efectuándose una pequeña agitación para mantener en completa disolución los iones hidronio, cuando el valor arrojado por el potenciómetro es constante corresponde al valor del pH de la muestra, posteriormente se agrega agua destilada en un vaso de precipitado para lavar el electrodo, se repite el procedimiento para cada una de las muestras.

OXIGENOS DISUELTOS.

Materiales

- El oxímetro utilizado es un medidor de oxígeno disuelto portátil, ProfiLine oxi 1971 WTW, herméticamente protegido del agua (IP 66) y sumergible (IP 67). Este práctico medidor cumple con los requisitos de las normas GLP y tiene memoria para 800 datos y salida para registro exacto.



Figura N°8 Equipo para la medida de oxígenos disueltos en las muestras.

Cuando hablamos de oxígenos disueltos nos referimos a la cantidad de oxígeno presente en el agua, estos están en el agua debido al contacto directo con la atmósfera. Su medición se realiza de manera efectiva, práctica y rápida con aparatos utilizados en laboratorio, estos trabajan normalmente con sensores de oxígenos de membranas recubierta y son llamados oxímetros de laboratorio.

La medición de estos oxígenos por medio de oxímetros es sencilla debido a que este último realiza todos los cálculos y solo se encarga de arrojar el resultado final.

El proceso para la medición comienza en el momento que se purifica el sensor usado con ayuda de agua destilada, luego de ello dicho sensor es sumergido dentro la muestra a estudiar, realizando la medición y enviando todos los datos leídos de manera digital al oxímetro, el cual realiza mecánicamente los cálculos y arroja el valor de oxígeno presente en dicha muestra.