

USOS DE LA CAL
EN
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.-

En el tratamiento de aguas potables y de aguas residuales domésticas se emplean un buen número de productos químicos y la cal (óxido de cal, hidróxido de cal y cal dolomítica) es el que se emplea en mayor tonelaje.

Son 10 los procesos principales en tratamiento de aguas y en varios de ellos (marcados con *), se emplea la cal bien sea directa o indirectamente.

*Coagulación

Ayuda de coagulación

*Desinfección y clorinación

Desclorinación

*Ajuste de pH

Fluorización y ajuste de flúor.

*Control de sabor y olor

Oxidación mineral

*Estabilización y control de corrosión

*Suavización

Suavización de aguas.-

El uso más extendido de la cal en tratamiento de agua es en la suavización de la misma en donde se utiliza para reducir la dureza de carbonato causada por bicarbonatos y carbonatos disueltos. Entre los otros usos de la cal en tratamiento de agua tenemos coagulación, desinfección, remoción de metales pesados, remoción de algunos compuestos radioactivos y orgánicos y fluoruros, neutralización de agua ácida, remoción de sílice (particularmente con cal dolomítica) y remoción de color. La mayor parte de las ventajas mencionadas vienen con la suavización del agua aunque sin embargo en algunas plantas de tratamiento la cal se utiliza solo con un propósito tal como la remoción de sílice con cal dolomítica, minimizar corrosión en tuberías por adición de cal para corregir un agua agresiva y otros.

Las aguas se clasifican en:

blandas (0-75 mg/L como CaCO_3)
moderadamente duras (75-150 mg/L)
duras (150-300 mg/L) y
muy duras (> 300 mg/L)

La mayor parte de las plantas tienden a reducir la dureza total hasta unos 100 mg/L, sin embargo en años recientes se comenzó a dejar un poco más para reducir costos y cantidad de lodos producidos.

Existen 4 tipos de plantas suavizadoras :

Suavización con cal.- Para reducir dureza de carbonatos.

Suavización Cal-carbonato.- Para reducción de los dos tipos de dureza, en algunos casos se emplea sosa cáustica en lugar de carbonato, pero es más caro.

Suavización dividida cal-zeolita.- En donde esta última substituye al carbonato del método anterior(este sistema también requiere NaCl para regeneración de la zeolita)

Suavización con zeolita.- Es comúnmente empleada en sistemas relativamente chicos por su costo relativamente alto y requerimiento de NaCl.

La Cal, sirve para neutralizar el dióxido de carbono, formando carbonato de calcio, un precipitado, convertir el bicarbonato soluble a carbonato de calcio y también a precipitar el hidróxido de magnesio.

Por cada molécula de ion calcio presente en el agua se forman dos moléculas de carbonato de calcio por lo que la cantidad de lodos resultante resulta considerable y puede presentar problemas para su disposición bien sea en lagunas especiales o como material para encalar suelos. En algunas plantas se elimina lo mejor posible el agua por filtración y se calcina en horno rotatorio el material así obtenido para ser reutilizado nuevamente como óxido de calcio.

Después del tratamiento de suavización con cal es preciso recarbonatar el agua con CO_2 para alcanzar el pH requerido.

Coagulación.

Debido a que muchas fuentes de agua, particularmente agua de río, contienen sólidos suspendidos es necesario agregar coagulantes para remover la turbiedad. Los principales coagulantes son sulfato de aluminio, cloruro férrico, sulfato férrico y cal. Esta última se usa también como control de pH con cualquiera de los otros coagulantes. Debido a que muchas aguas son acídicas por naturaleza, la cal se emplea casi siempre para incrementar el pH y obtener la mayor eficiencia de coagulación.

Recientemente se han desarrollado polielectrolitos para usarse como coagulantes y en muchos casos se emplean conjuntamente con la cal. Además de proporcionar el pH adecuado, la cal actúa también como ayuda filtro particularmente con lodos de apariencia gelatinosa formados con algunas aguas y combinaciones de coagulantes difíciles de filtrar.

Purificación.

Desde la segunda década de este siglo se tienen indicios de que un tratamiento de cal en exceso (pH 11+ más tiempo de espera de 24-28 Hrs) tiene éxito en la destrucción de la bacteria E.Coli. Algunos trabajos recientes se han extendido a otras bacterias, virus, parásitos y huevos de parásitos. Esta esterilización es atribuida a una absorción física de los patógenos en los flóculos los cuales se asientan y los patógenos quedan destruidos por los altos pH. De hecho aún se están efectuando investigaciones con resultados muy alentadores.

En la tabla que se incluye a continuación se muestra el índice promedio de Bacteria Coli en agua cruda y después del tratamiento de suavización de seis ciudades del Estado de Ohio:

	B.Coli/ 100 ml	Horas de período de detención				
		Agua Cruda	Suavizada	Mezclado	Clarificación	Sedimentación Total
Columbus	402	0.40	1.0	-----	10.0	11.0
Freemont	3274	1.00	1.5	3.0	6.0	10.5
Greenville	1537	1.40	1.6	0.8	6.7	9.1
Newark	1376	0.40	2.5	0.75	20.0	23.2
Piqua	1004	0.30	1.5	4.0	6.0	11.5
Youngstown	6052	0.05	---	---	15.0	15.0

Estos resultados muestran que todas estas plantas produjeron agua que cumple los requerimientos sanitarios de USA sin el uso de cloro.

Remoción de metales pesados.-

Una variedad de metales pesados que incluye arsénico, bario, cadmio, cromo, flúor, plomo, mercurio, plata y otros pueden ser removidos del agua potable por elevación de pH (6-11) dependiendo del metal de que se trate.

Los pasos del tratamiento incluyen mezclado, floculación, sedimentación y filtración. Como se mencionó la elevación de pH ocurre durante la suavización con cal o cal-carbonato y/o coagulación con sulfato de aluminio o sales férricas ayudadas con adición de cal. El mecanismo de remoción de los contaminantes inorgánicos puede ser: precipitación de hidróxidos metálicos insolubles, carbonación, co-precipitación con hidróxidos de hierro o aluminio o absorción con la turbidez natural (flóculos) formados durante la reacción.

El Radio químicamente similar al Calcio y al Bario es removido durante la suavización con cal y generalmente no durante la coagulación. Generalmente cuanto más alto es el pH durante la suavización mayor es la remoción de Radio.

Neutralización de agua ácida.

La creciente preocupación con la presencia de plomo en el agua potable ha traído un incremento en el uso de cal para neutralizar agua ligeramente ácida. Mediante la elevación del pH a >7 el plomo no se disolverá de la soldadura empleada en la fabricación de la tubería. Además la cal corrige la agresividad de las aguas con un exceso de dióxido de carbono por absorción de este formando un depósito fino de carbonato de calcio sobre el interior de las paredes de la tubería.

Remoción de Sílice.

Las aguas con alto contenido de sílice son especialmente dañinas para calderas y turbinas debido a la formación de depósitos en los tubos. Si se emplea cal dolomítica en el proceso de suavización una gran cantidad de esta sílice se remueve debido a su reacción con óxido e hidróxido de magnesio.

Eliminación de otras impurezas.

La cal también se emplea para remover otras impurezas especialmente manganeso, fluoruros, hierro y taninos orgánicos los cuales causan olores indeseables. Generalmente la suavización con cal eliminará 80-90 % del color y el resto desaparecerá con utilización de carbón activado.

Manejo de la cal :

La cal es el producto químico principal y de más bajo costo empleado en el tratamiento de aguas, las dos formas comerciales disponibles son Cal viva (CaO) y cal hidratada, (apagada, Hidróxido de cal, $\text{Ca}(\text{OH})_2$). Es un material cáustico, y puede causar lesiones a los tejidos particularmente a los ojos. El equipo debe de diseñarse teniendo en mente un manejo seguro con lava ojos y duchas de seguridad así como procedimientos de operación que detallen el uso de métodos correctos de manejo y equipo de protección (ropa, guantes, careta, mascarillas, etc.).

El "apagado" de la cal puede hacerse directamente por el cliente, pero lo más usual es que lo realice el propio fabricante del producto y entregue al usuario el Hidróxido de Cal o "Cal apagada".

La decisión de comprar cal viva o apagada es una decisión influenciada por diversos factores como son tamaño de la planta, costo de material y necesidades de almacenamiento. Por regla general cuando el uso de la cal es más de 3 o 4 tons diarias se debe de considerar el uso de cal viva por su mayor economía.

ENTREGA Y ALMACENAMIENTO DE CAL.-

La cal se puede manejar bien sea en bolsas o a granel. Generalmente en volúmenes menores a 1 tonelada diaria se maneja en bolsas ya que a esta escala su almacenamiento y manejo es relativamente sencillo. A medida que aumenta la escala de operación se hace más eficiente y económico su manejo a granel con entregas grandes, conducción por medios mecánicos o neumáticos y almacenamiento en tolvas o silos bien cerrados para evitar carbonatación, fenómeno que es más usual en la cal viva que en la cal hidratada.

La cal hidratada puede ser almacenada en condiciones secas apropiadas hasta por un período de un año sin serios problemas, mientras que la cal viva en bolsas multicapas a prueba de agua no se debe de tener por más de tres meses. La cal en polvo tanto hidratada como viva tiene tendencia a formar cavidades a la hora de descargarse por lo que requiere de algún tipo de agitación mecánica o de aire para asegurar un flujo adecuado de las tolvas de almacenamiento.

ALIMENTACION DE CAL.-

La cal casi siempre es alimentada al sistema en forma de lechada, esto facilita el mismo transporte y aumenta la dispersión de la cal y su efectividad de reacción. La exacta serie de pasos a seguir varía de acuerdo con diversos factores como son el tamaño de la operación, el tipo de cal que se emplea y el método de almacenamiento. En forma esquemática podemos considerar:

ALIMENTACION DE CAL HIDRATADA.-

En las plantas pequeñas de tratamiento en donde se emplea la cal en bolsas, simplemente se mezcla el material con agua en un tanque y se añade al proceso en la medida requerida, bien sea de una sola vez o dosificandola, esto se hace con una lechada que puede ir de un 6 a un 18 % de Ca(OH)_2 en peso según la preferencia del operador.

En plantas de mayor tamaño, en donde la cal hidratada está almacenada a granel es apropiado un sistema más automatizado de alimentación. Se emplea un alimentador de la cal en seco a un tanque de dilución para suministrar continuamente una cantidad medida al mismo. Este alimentador usualmente está colocado debajo de la tolva almacén para minimizar el transporte de cal en seco.

Una vez preparada la lechada esta se transfiere al sistema. Esta operación de transferencia es la que mayores problemas puede ocasionar en todo el proceso ya que la lechada de cal reacciona con el CO_2 atmosférico o los carbonatos del agua de dilución para producir depósitos de CaCO_3 que con el tiempo pueden llegar a taponar las tuberías, por lo tanto las instalaciones de alimentación deben de estar lo más próximas posibles a los lugares en donde se va a efectuar esta, asimismo debe de evitarse, en lo posible, el bombeo de lechada de cal y emplear la gravedad situándolas en un nivel más alto.

ALIMENTACION Y "APAGADO" DE CAL VIVA.-

La alimentación es similar a la de la cal hidratada, pero previamente debe de llevarse a efecto el "apagado" de la cal simplemente mezclando en lotes una parte de cal viva con dos o tres partes de agua en un recipiente de acero movido con un agitador y ajustando las proporciones de forma de mantener la reacción de la masa a cerca de 200°F (93°C). La pasta resultante debe de dejarse reposar unos 30 minutos para hidratación completa.

Esta operación de apagado si se efectúa manualmente tiene un alto potencial de riesgo ya que una mala distribución del agua puede ocasionar ebullición y salpicaduras por lo que es necesario el equipo de protección. Existen máquinas automáticas para una operación continua de apagado.