

**FOLLETOS SOBRE
USOS ECOLOGICOS DE LA CAL**

**USOS DE LA CAL
EN TRATAMIENTO DE AGUAS**

USOS DE LA CAL EN TRATAMIENTO DE AGUAS

INTRODUCCION

Uno de los recursos naturales que más debemos de cuidar puesto que es parte esencial de nuestras vidas es el agua, así el hombre emplea diversos métodos para adecuar el agua a sus necesidades y una vez empleada en alguno de los procesos productivos o en el uso diario para la vida moderna, se han buscado métodos para tratar el agua empleada, procurar su reutilización y evitar que su contaminación forme un ciclo maligno y vaya a dar nuevamente a las fuentes productoras.

TECNOLOGIAS PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.-

Se identifican o separan en dos grupos principales

- a) Aguas residuales municipales.
- b) Aguas residuales industriales .

a) Tratamiento de aguas residuales municipales,-

Por drenaje municipal o aguas residuales municipales nos referimos a las aguas producidas por una comunidad típica y actividades hogareñas, esta es una definición a la cual se apegan más realmente las áreas rurales, ya que en las ciudades de mayor tamaño que están más industrializadas las características se pueden ver afectadas por el tipo de industria, si bien actualmente se requiere el que estas antes de descargar en la red municipal se sometan a un tratamiento para cumplir con requerimientos específicos.

Adicionalmente el drenaje puede ser conjunto (sanitario y pluvial) lo que estacionalmente causa un efecto apreciable en la capacidad de la planta de tratamiento o separados en cuyo caso solo será necesario tomar en cuenta para su tratamiento el agua de drenaje sanitario.

De hecho en algunas ciudades se construyen depósitos para retención de agua de lluvia para poder regular las demandas excesivas provenientes de las tormentas.

Aún así puede resultar necesario el tratamiento de las aguas pluviales ya que las condiciones de ellas en zonas densamente pobladas pueden ser de una gran contaminación que vaya en detrimento del cauce final al cual descargan.

El drenaje municipal se trata de una forma similar al agua potable y consiste en tratamiento líquido y sólido. El proceso líquido consiste principalmente en sedimentación de los sólidos de la corriente de desecho generándose un lodo primario. El agua clarificada se pasa entonces a un paso de tratamiento biológico en donde bacterias y hongos remueven los nutrientes, generando un efluente claro y un lodo secundario. el efluente claro se desinfecta y se devuelve al medio ambiente.

Normalmente la contaminación de las aguas municipales residuales es debida a :

- 1- Sólidos suspendidos, típicamente 200 mg/L, de los cuales 2/3 partes es orgánico y también 2/3 partes es sedimentable.
- 2.- Materia orgánica disuelta, típicamente 150 mg/L como DBO
- 3.- Nutrientes típicamente 10-30 mg/L de fosfatos y 10-30 mg/L de amoníaco.

El tratamiento de estas aguas varia en cuanto al equipo empleado y a la secuencia del proceso, pero la mayoría caen en unas cuantas categorías básicas.

Se mencionan únicamente los procesos que cuentan con un tratamiento secundario por lo que se omiten las lagunas de estabilización que dan tratamiento a municipalidades pequeñas,

- 1.- Tratamiento Convencional o pretratamiento
- 2.- Aireación extendida
- 3.- Tratamiento convencional más remoción de fosfatos.
- 4.- Tratamiento Físico-Químico (cal en forma masiva seguida por filtración y absorción con carbono)
- 5.- Tratamiento convencional más remoción de amonio.
- 6.- Tratamiento completo :
 - Preacondicionamiento (tamizado,molienda,aireación y remoción de arenas)
 - Tratamiento químico (mezclado,floculación)
 - Clarificación primaria
 - Tratamiento biológico aeróbico,lodos activados,biofiltros
 - Clarificación secundaria
 - Estanque de nitrificación
 - Clarificación terciaria
 - Desnitrificación
 - Clarificación final

Dentro de estos diversos procesos la cal tiene diferentes aplicaciones como son :

Tratamiento Físico-Químico.-

El llamado tratamiento físico químico para aguas municipales consiste en que las aguas residuales se llevan a una zona de mezcla rápida y floculación donde se añaden los productos químicos (Hidróxido de cal y otros) para producir una coagulación química o floculación masiva.

La cal se aplica comúnmente para alcanzar máxima absorción de impurezas en el proceso de floculación, se filtra entonces el agua para remover sólidos suspendidos antes de entrar a una columna de adsorción de carbón.

Este tratamiento se puede aplicar en una sola etapa en donde se efectúe una sola mezcla rápida del agua residual cruda con la lechada de cal empleándose para el efecto un agitador tipo turbina obteniéndose una floculación la cual se sedimenta para separar los lodos y el líquido se recarbonata antes de pasar al filtro o bien puede aplicarse en dos etapas en donde después de la floculación se efectúan dos etapas de sedimentación cada una con su correspondiente recarbonatación antes de pasar al filtro.

Tratamiento Primario.-

En algunas plantas de tratamiento, el agua de drenaje cruda se trata inmediatamente con cal a un pH suficiente (> 12) para facilitar la sedimentación primaria de materia orgánica y sólidos disueltos (esto es similar al tratamiento de suavización en el agua potable y es también efectivo en la remoción de fosfatos). Este proceso produce un alto volumen de lodo primario. El agua residual clarificada se aerúa para ajustar el pH a 7-8 y a continuación se lleva a efecto el tratamiento biológico antes mencionado

Precisamente en un estudio efectuado por la EPA en la ciudad de San Antonio (Texas) se introdujo cal como tratamiento primario encontrándose que es excelente para eliminar los virus y disminuir la carga orgánica para el tratamiento secundario. Este estudio se llevó a efecto con CaO (Oxido de Calcio).

Tratamiento Secundario. Acondicionamiento de lodos durante el proceso.-

El tratamiento secundario involucra diferentes formas de remoción de materia orgánica de origen carbonoso y nitrogenado, después el efluente es desinfectado y descargado. Las dos corrientes de lodos primario y secundario (3-4 % sólidos) se mezclan y acondicionan con polímeros o sales férricas y cal para remover el agua por filtración.

El acondicionamiento involucra el tratamiento biológico, químico y/o físico a un flujo de lodos para mejorar la remoción de agua.

Es un proceso de dos fases las cuales consisten en desestabilización y floculación.

La secuencia óptima para añadir el acondicionador se determina por prueba y error cuando se emplean dos o más de ellos. Por ejemplo cuando se emplea cloruro férrico y cal el FeCl_3 es el que se añade primero y al hidrolizarse en el agua, forma iones de hierro solubles y complejos que neutralizan los sólidos negativamente cargados del lodo y forman agregados.

La cal que se emplea conjuntamente proporciona control de pH, reducción de olores y desinfección. El Carbonato de Calcio que se forma de la reacción de cal y bicarbonato, proporciona una estructura granular que incrementa la porosidad del lodo y reduce su compresibilidad.

La dosificación varía grandemente según el proceso utilizado en el tratamiento y así en el caso de la cal puede ir desde 150 hasta 550 libras por tonelada de sólidos contenidos en los lodos.

La torta de filtro resultante (25-30 % sólidos) se lleva entonces a aplicación en terrenos, incineración o relleno sanitario.

Tratamiento Terciario.-

A medida que la legislación ambiental se vuelve más rígida en cuanto a la descarga de aguas tratadas y el objetivo a alcanzar es también disminuir nitrógeno y fósforo así como virus se han desarrollado otros procesos terciarios en los cuales tiene aplicación la cal.

Tenemos entre otros la remoción de fósforo y fosfatos en donde se emplea cal, sulfato de aluminio o sales de hierro., obteniéndose una eliminación de fósforo del 95 al 98 % con la ventaja de remover también sólidos suspendidos, materia orgánica, reducir el contenido de organismos coliformes y de virus así como el de metales pesados.

Otro proceso empleado es la desorción de amoníaco que consiste en elevar el pH del agua a un nivel tal que todo el nitrógeno amoníacal presente en el agua se convierta en amoníaco el cual se disipa en la atmósfera. Este proceso resulta muy efectivo en climas cálidos y cuando se utiliza después de un proceso de coagulación con cal su costo es muy bajo.

Control de olores.-

Las plantas de tratamiento están plagadas de olores ofensivos mayormente Sulfuro de hidrógeno el cual también puede causar corrosión en las tuberías. Se pueden controlar estos olores manteniendo el pH de tal forma que los sulfuros permanezcan en solución y no escapen como gas. Esto también previene la corrosión. Aquí se puede emplear Hidróxido de Calcio en suspensión.

En los procesos biológicos, se añaden pequeñas cantidades de hidróxido de calcio en los digestores para mantener el pH adecuado para las bacterias (recomendado 7 a 9).

b).- Tratamiento de Aguas Residuales Industriales.-

Una planta química y en general de proceso genera un número de corrientes contaminantes diversas como pueden ser las aguas de proceso, las purgas de calderas, las purgas de torres de enfriamiento, etc.

Para dar el tratamiento adecuado se depende de la composición, concentración y flujo así como los límites que se hayan fijado bien sea por descargar a un sistema municipal de drenaje o a un cuerpo de agua o que se vaya a reutilizar en alguna parte del proceso o se le vaya a dar otro uso como servicio sanitario o de riego, pero el objetivo es básicamente el mismo: Remover algunos materiales de desecho especificados por las leyes y reglamentos en tal forma que se eviten efectos dañinos en el entorno.

Dentro de la gran cantidad de materiales que se deben de remover, únicamente algunos están específicamente regulados y los otros están comprendidos en categorías amplias como son :

- Orgánicos solubles lo cual incluye algunos productos químicos sintéticos y muchos productos naturales de la vida animal o vegetal. Normalmente son expresados como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO).

- Iones de metales pesados como mercurio, cromo, plomo y otros iones tóxicos como cianuros están sujetos a límites rígidos por ser venenosos.

- Acidez o Alcalinidad que afectan la vida, por lo tanto las aguas ácidas o alcalinas deben de ser neutralizadas.

- Aceites ,Grasas y otros materiales flotantes.

Nutrientes como Nitrógeno y Fósforo los cuales si bien se necesitan en el tratamiento biológico, en cantidades excesivas pueden llegar a causar la eutricación

Sólidos suspendidos y coloidales

Color, Turbidez y olor deben de removerse. El color es una preocupación de las plantas de pulpa y papel y de las textiles.

El uso específico de la cal para remover algunos de los materiales citados está en :

Eliminación de iones de metales pesados.

Neutralización de acidez

Eliminación de nutrientes como Nitrógeno y Fósforo.

Eliminación de sólidos suspendidos y coloidales.

Eliminación de turbidez.

Cada caso específico de tratamiento de aguas residuales de una determinada industria conlleva un estudio a fondo del proceso o procesos productivos involucrados así como de las corrientes de efluentes generados ya que se puede optar por hacer tratamientos determinados para cada corriente o uno de la descarga general de modo de satisfacer los requerimientos que se le hayan aplicado para ello.

Al diseñar un sistema de tratamiento de agua se debe de tomar en cuenta el que las plantas que utilizan cal para suavizar o purificar junto con otros coagulantes tienen generalmente suficiente cal en sus sistemas para automáticamente precipitar radioactividad y metales de una fuente contaminada para así cumplir con los requisitos legales sin más sofisticaciones, de esta manera es preciso darle a la versatilidad de la cal la importancia que tiene en el contexto general del sistema.

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, Ca(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 proceso 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 dosificándola, 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 la operación, asimismo debe de evitarse, en lo posible, el bombeo de la 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.