PROCESOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA.

Tratamiento de aguas es el conjunto de operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es la eliminación o reducción de la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales
Planta de Tratamiento Es una instalación donde a las Aguas Residuales o aguas crudas superficiales de un río, lago o cualquier otro tipo de embalse; se les retiran los contaminantes, para hacer de ella un agua sin riesgos a la salud y/o medio ambiente al disponerla en un cuerpo receptor natural (mar, ríos o lagos) o por su reuso en otras actividades de nuestra vida cotidiana con excepción del consumo humano (no para ingerir o aseo personal).

Las Plantas Potabilizadoras de Agua para consumo humano, independientemente del sistema de saneamiento elegido, requieren siempre de un paso previo al tratamiento bacteriológico y/o químico del fluido: “la etapa de clarificación”. La filtración mecánica es la retención y consecuente remoción de materiales en partículas, de origen orgánico o inorgánico.

TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.

Se denomina estación de tratamiento de agua potable (ETAP) al conjunto de estructuras en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano.

Existen diferentes tecnologías para potabilizar el agua, pero todas deben cumplir los mismos principios:

•Combinación de barreras múltiples (diferentes etapas del proceso de potabilización) para alcanzar bajas condiciones de riesgo.

•Tratamiento integrado para producir el efecto esperado.

•Tratamiento por objetivo (cada etapa del tratamiento tiene una meta específica relacionada con algún tipo de contaminante).
Si no se cuenta con un volumen de almacenamiento de agua potabilizada, la capacidad de la planta debe ser mayor que la demanda máxima diaria en el periodo de diseño. Además, una planta de tratamiento debe operar

continuamente, aún con alguno de sus componentes en mantenimiento; por eso es necesario como mínimo dos unidades para cada proceso de la planta.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

El agua puede contaminarse con compuestos minerales y orgánicos, así como microorganismos y variaciones bruscas de temperaturas. Los desechos industriales y de laboratorios químicos son la principal fuente de contaminación del agua, el funcionamiento general clásica de una planta de tratamiento de aguas servidas o de aguas industriales debe cumplir con los siguientes procedimientos.

Tratamiento preliminar.

Las aguas servidas o industriales no tratadas se hacen pasar través de una barrera de filtración a una cámara de arena donde ocurre la separación de la misma y se logra la remoción de sólidos de mayor tamaño gracias a un embudo especial.

Tratamiento Primario.

El agua del tratamiento anterior se almacena en un tanque de sedimentación donde se logra la remoción de partículas de materia orgánica , es decir, abonos, fertilizantes, detergentes entre otros y se obtiene un agua clara que pasa a un tanque de aireación q contiene orificios por donde circula el aire suministrado por una bomba.

Tratamiento Secundario.

El agua clara del tratamiento anterior se almacena nuevamente en un tanque de sedimentación para terminar de remover la materia orgánica disuelta y se recircula al tanque de aireación. El tratamiento secundario incluye el uso de un biorreactor, normalmente, con una decantación posterior. El objetivo del biorreactor es mineralizar la materia orgánica soluble en dióxido de carbono y agua. Sin embargo, ningún reactor puede destruir 100 por cien de la demanda biológica de oxígeno (DBO) afluente. En la decantación posterior, los sólidos suspendidos en el afluente del biorreactor (principalmente material celular) se separan del efluente. Normalmente, parte del líquido ya reducido en sólidos, que sale del tanque de sedimentación, se desinfecta y descarga al ambiente. El fango secundario, enriquecido en sólidos, que se separa en el decantador secundario se puede recircular al biorreactor para aumentar la concentración de biomasa presente en el reactor. Finalmente, el fango estabilizado se evacua en un vertedero o se incinera. El tratamiento de los residuos industriales quizás no requiere un tratamiento primario si el agua residual industrial no contiene material insoluble.

Tratamiento Terciario.

En esta etapa se remueve los fosfatos, nitratos entre otros contaminantes minerales y finalmente se desinfecta con gas cloro para llevarlos a los canales de agua.

TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES Y PELIGROSAS.

Las tecnologías que emplean microorganismos naturales para la destrucción de compuestos orgánicos han sido, históricamente, las tecnologías de tratamiento más utilizadas para su bajo coste frente a los métodos físicos y químicos. Estas tecnologías son menos costosas porque las reacciones de degradación, medidas por la actividad biocatalítica natural, se producen a velocidades rápidas a temperatura ambiente. Por lo tanto, los costes energéticos del tratamiento son relativamente bajos.

Sin embargo, el diseño estándar clásico de los sistemas de tratamiento de aguas residuales no consigue degradar muchos de los productos químicos que se han inventado en el siglo xx y que ahora aparecen en las aguas residuales industriales y domésticas. Se deben desarrollar nuevas o mejores tecnologías capaces de utilizar procesos biodegradadores basados en microorganismos.

A continuación se discuten las correcciones y alternativas biológicas que permitirán variar los destinos no aceptables de los productos químicos peligrosos en las instalaciones convencionales de tratamiento.

Soluciones mediante procesos biológicos a las limitaciones de los tratamientos biológicos convencionales.

Las limitaciones del tratamiento convencional respecto a muchos de los compuestos peligrosos dependen en gran medida de la naturaleza del residuo peligroso o sustancia química que estemos considerando. Por lo tanto, la solución a estas limitaciones depende de los compuestos presentes en el agua residual.

Las plantas de tratamiento, municipales o industriales, que no puedan tratar de forma satisfactoria los residuos peligrosos afluentes se deben modificar para tratar estos compuestos de modo que se puede evitar una emisión ilegal o poco ética al ambiente. Estas modificaciones también serán necesarias en el diseño de las instalaciones nuevas que traten estos residuos; cuando se diseña una instalación nueva, existe la posibilidad de optimizar el diseño y de poder integrar el tratamiento convencional a los procesos necesarios que permitan el tratamiento de los residuos peligrosos.

Se han desarrollado muchos sistemas biológicos para apoyar o sustituir el tratamiento convencional con el fin de eliminar los residuos peligrosos. Estos procesos emplean asociaciones microbiológicas extraídas de las instalaciones de tratamiento convencional, estos organismos se inoculan directamente en el biorreactor, o bien se dejan para que se aclimaten a los compuestos tóxicos antes de la inoculación. En el futuro se podrá disponer de procesos biológicos que utilicen cultivos puros de microorganismos, alterados de forma natural o genéticamente. En la tabla 2 se citan las características biológicas y físicas de los residuos peligrosos junto con una selección de las técnicas desarrolladas para tratar estos compuestos. A continuación se examina cada una de estas tecnologías.

TABLA 5. Alternativas con procesos biológicos para el tratamiento convencional de compuestos peligrosos con características físicas y biológicas diferentes

Características de los compuestos peligrosos	Alternativas/adicional al tratamiento convencional
Fácil de biodegradar aerobiamente (K_b alto)*	Ninguna necesaria.
Volátil (constante de Henry alto)	Arrastrar con el aire del afluente, tratar el aire con un biofiltro para fase gaseosa. Tratar los gases del fango activado utilizando un biofiltro para fase gaseosa. Proceso PACT**. Pretratamiento anaerobio.
Adsorción a fangos (K_{ow} alto)	Estabilización de fangos anaerobios. Pretratamiento o tratamiento único con reactor biopelícula aerobio o anaerobio. Proceso PACT.
Escape (K_b ,H, K_{ow} bajos)	Pretratamiento anaerobio o tratamiento único. Proceso PACT.

*K_b= constante de la tasa de biodegradación

**PACT, Powdered Activated Carbon Treatment (Tratamiento con carbono activado en polvo) (Ecken-felder, 1989).

***K_{ow}= constante de distribución entre las fases octanol-agua

DIGESTIÓN ANAEROBIA DE FANGOS.

En muchas plantas de tratamiento de aguas residuales, municipales e industriales, el fango efluente de los tratamientos primario y secundario se lleva a un biorreactor anaerobio (frecuentemente denominado digestor o estabilizador anaerobio) para reducir la demanda biológica de oxígeno (DBO) residual de los fangos. Las condiciones anaerobias dan lugar a la degradación biológica metanogénica de la DBO, dejando a los fangos aptos para su evacuación en el vertedero. Si los compuestos orgánicos tóxicos se adsorben a los fangos, las condiciones metanogénicas del digestor pueden estimular la degradación de muchos de estos compuestos tóxicos. Por lo tanto, si el destino primario de los compuestos orgánicos tóxicos afluentes en el tratamiento convencional es su

adsorción a los fangos, su destino último será su biodegradación en el digestor anaerobio.

PROCESO PACT.

El proceso patentado PACT, proceso de tratamiento con carbono activado en polvo (proceso PACT), implica la adición continua de carbono activo, en forma de polvo, el borreactor de fangos activados con el fin de adsorber los compuestos orgánicos tóxicos, y evitar así destinos no deseados para estos compuestos. El carbono activado adsorbe orgánicos de todo tipo, es decir, volátiles, recalcitrantes, u orgánicos que se adhieren a fangos. Por lo tanto el proceso PACT permite que las plantas de tratamiento puedan operar con un caudal afluente mayor, y ayuda a estabilizar el proceso frente a la cargas de choque de la DBO o de orgánicos tóxicos en el afluente. Una técnica alternativa de evacuación es la oxidación por aire húmedo, que provoca la solubilización o la destrucción de la biomasa, y una regeneración parcial del carbono. La mezcla de fangos-carbono también se puede tratar mediante digestión anaerobia; en este caso, muchos de los compuestos orgánicos adsorbidos en el carbono se destruyen con la actividad microbiana metanogénica. El carbono se evacuaría con los fangos digeridos.

ADSORCIÓN CAG/ESTABILIZACIÓN ANAEROBIA.

Una variante del proceso PACT, que ofrece una mayor flexibilidad operativa, es el proceso de tratamiento de adsorción por carbono activado granular (CAG)/estabilización anaerobia. Este proceso se puede aplicar especialmente al tratamiento de aguas residuales peligrosas, por ejemplo: aguas residuales o lixiviados de vertederos, antes de su tratamiento convencional. El proceso implica dos procesos unitarios: (1) un tanque de mezcla CAG/agua residual, en el cual el afluente de un pretratamiento secundario pasa a través de un lecho CAG para separar los compuestos orgánicos solubles mediante adsorción, y (2) un biorreactor anaerobio, donde se coloca el CAG del tanque de mezcla para permitir la regeneración anaerobia del mismo. El proceso se ha ensayado a escala de laboratorio durante casi un año de operación continua. Los tiempos de retención para líquidos y CAG en la etapa de adsorción fueron de 30 min. Y 2 días, respectivamente, y el tiempo de retención del CAG en el biorreactor anaerobio fue de 15 días. Se trato con éxito un agua residual compleja que contenía nueve compuestos orgánicos volátiles y cinco compuestos orgánicos semivolátiles. El grado de eliminación del clorobenceno, cloruro de metileno, TCE, dibutilftalato, y fenol fue de un 96, 50, 95,66, y 85 por ciento, respectivamente.

REACTORES BIOPELÍCULA ANAEROBIOS.

Se sabe que los procesos microbianos anaerobios presentan varias ventajas importantes frente a los aerobios: (1) menor tasa de producción de fangos, (2) operatividad con una mayor DBO afluente y mayores niveles tóxicos, (3) ningún coste asociado con el suministro de oxígeno al reactor, y (4) generación de un producto secundario útil, el metano. Sin embargo, los procesos anaerobios presentan mayores gastos de inversión y operación que los aerobios, ya que los sistemas son anaerobios deben permanecer cerrados y calientes. Por lo tanto, los procesos biológicos anaerobios para el tratamiento de aguas residuales peligrosas normalmente están limitados al tratamiento de flujos con bajas tasas, como por ejemplo: efluentes industriales, lixiviados de vertedero entre otras.

La tasa intrínseca de destrucción biológica de los orgánicos peligrosos en los sistemas anaerobios es más lenta que en los procesos aerobios; sin embargo, la tasa de destrucción global de un biorreactor anaerobio se puede maximizar mediante la inmovilización de la biomasa sobre un medio de soporte. Habitualmente, se utiliza un medio plástico muy poroso en un lecho compacto, o un CAG en una columna fluidizada.

El reactor anaerobio CAG de lecho expandido se ha mostrado muy eficaz en el tratamiento de varios residuos biológicamente inhibitorios, como por ejemplo: los baños de quitaesmaltes, las aguas residuales de gasificación del carbón y los lixiviados de vertederos peligrosos.

FILTRACIÓN BIOLÓGICA DE LA FASE GAS.

Muchos procesos son capaces de generar fluidos gaseosos residuales que contienen compuestos orgánicos peligrosos. En el tratamiento de las aguas residuales, la evaporación mediante aireación (por arrastre) en el proceso secundario es el destino de muchos compuestos orgánicos volátiles (COVs) que entran en las plantas de tratamiento convencional. Las soluciones de bombeo y tratamiento para las aguas subterráneas contaminadas pueden requerir el arrastre por aire para limpiar los COVs de esta forma, se genera un fluido gaseoso peligroso. Los procesos industriales a menudo emplean los COVs como reactivos o disolventes, y su uso puede provocar un flujo de gas contaminado.

Históricamente, se ha utilizado el biotratamiento de la fase gaseosa para controlar los olores en las instalaciones de tratamiento convencional, donde el H_2S y otros gases olorosos se recogen y hacen pasar por un lecho de suelo o compost que contiene microorganismos.

La aplicación de biofiltros para la destrucción de los COVs actualmente es un área de desarrollo muy activa en Estados Unidos, en Alemania y Holanda, sin embargo, ya están en funcionando hasta 500 biofiltros a escala real que tratan los

gases procedentes de fuentes muy diversas, como fabricas de productos químicos, imprentas, plantas de cocción de pescados, plantas de tratamiento de aguas residuales industriales, y vertederos.

En conclusión aunque el tratamiento biológico del material residual orgánico haya sido estudiado durante más o menos un siglo, los nuevos retos en el tratamiento de aguas residuales, por ejemplo: el tratamiento biológico de los productos químicos peligrosos y las normas más estrictas sobre efluentes, siguen motivando el desarrollo de procesos nuevos e innovadores. Al mismo tiempo que aumenta nuestro conocimiento sobre los procesos fundamentales que tienen lugar en estos sistemas metabolismo microbiológico de mezclas de productos químicos peligrosos, ecología de asociaciones microbianas, procesos de transporte en biopelículas, propiedades de adherencia de la biomasa a superficies sólidas, destino de los productos químicos tóxicos en los reactores, también aumenta nuestra capacidad para diseñar bioprocesos rentables y con altos rendimientos.