



Tratamiento de Efluentes y sus Sistemas de Deshidratación

Effluent Treatment and Dewatering Systems.

Erick Ken Iti Tada¹, Jose Manuel Saavedra².

1. Gratt Indústria de Máquinas - Rua Antonio Pelegrini, 45 - Bairro Jardim da Serra – Capinzal - Santa Catarina – Brasil - erick.tada@gratt.com.br.
2. Tecnochem Industrial SAC - Urbanización Industrial Los Cedros Mz E3 Lote 36 (Altura Cdra 2 Av. Huarochirí con Calle Bungavillas) Santa Anita – Lima – Peru - saavedraj@tecnochem.pe.

Resumen

Las aguas residuales industriales provienen de diversos procesos como lavado, enfriamiento, descarga, extracción y otras operaciones durante la fabricación de un determinado producto en la industria, sea de alimentos, textil, química, bebidas, minería, metalúrgica, entre otras. En estas descargas generadas, los efluentes tienen altas cargas orgánicas e inorgánicas que deben ser tratadas antes de ser liberadas y devueltas a sus cauces adecuados.

Durante este tratamiento donde se produce la descomposición de la carga, se genera un residuo más comúnmente denominado lodo, donde contiene sustancias minerales, coloides, material descompuesto y tiene un alto volumen para ser enviado a rellenos sanitarios. Esto genera altos costos de transporte para las empresas para su correcta disposición, ya que este lodo está compuesto por un alto porcentaje de agua y pocos sólidos.

Para reducir estos altos costos inherentes a la operación de la planta de tratamiento, existen equipos deshidratadores a diferentes niveles. Se pueden aplicar equipos centrífugos de alta velocidad al lodo inicial, donde reducirán parte de la humedad inicial presente. Al final, también se puede aplicar un secador de lodos rotativo por inyección indirecta de vapor, donde esto reducirá drásticamente el volumen de humedad y, en consecuencia, reducirá en gran medida los costos de transporte y disposición.

1. Tratamiento de Efluentes

Los vertederos industriales presentan una gran variabilidad en sus características y pueden tener varios aspectos biológicos, los cuales pueden variar según el tipo de industria y qué procesos industriales se lleven a cabo. También hay varios niveles de relevancia en ciertos parámetros en una industria dada, y también existe la posibilidad de que el efluente de una industria tenga un parámetro de importancia no listado.

La siguiente tabla presenta los principales parámetros de importancia en efluentes industriales, según la actividad de la industria.

• Niveles de Tratamiento

Para realizar estudios de los proyectos, el primer punto es establecer cuáles serán los objetivos de tratamiento y hasta qué nivel se tratarán determinados parámetros. Este cuestionamiento debe ser analizado de acuerdo con la realidad estructural y económica presente en esta industria para que no se realicen sobreestimadas, subestimadas o fuera a la realidad de un determinado segmento.

Los requisitos a cumplir para el efluente se basan en la actual legislación, que establecerá un estándar de calidad para el vertido de efluentes industriales en el cuerpo receptor.

La eliminación de parámetros contaminantes está relacionada con diferentes niveles de tratamiento, donde cada uno de estos niveles tendrá su parte de eliminación para cada parámetro, así como su eficiencia de eliminación.

El tratamiento preliminar se basa en la remoción de sólidos gruesos, mientras que el tratamiento primario apunta a remover sólidos en suspensión y parte de materia orgánica.

El tratamiento secundario, donde predominará el mecanismo biológico del efluente, eliminará materia orgánica y nutriente (nitrógeno y fósforo).

El tratamiento terciario al final eliminará contaminantes más específicos (componentes tóxicos o no biodegradables). Pero también se pueden usar para eliminar contaminantes que no se eliminan por completo en el tratamiento secundario.

Rama	Actividad	DBO o DQO	SST	Aceite y Grasas	Fenoles	pH	CN ⁻	Metales
Productos Alimentares	Molinos de azúcar/alcohol	x	x			x		
	Carne/pescado enlatado	x	x		x	x		
	Lácteos	x	x	x		x		
	Mataderos/refrigeradores	x	x	x				
Textil	Algodón	x				x		
	Lana	x		x		x		
	Sintético	x				x		
	Teñido			x	x	x	x	
Química	Productos varios				x	x	x	x
	Pinturas y tintes							x
	Desinfectantes				x			x
Metalúrgica	Hierro	x	x	x	x	x	x	x
	Acero		x	x		x	x	x
	Tratamiento superficial		x	x	x	x	x	x

Nivel	Remoción
Preliminar	- Sólidos gruesos y sedimentables (material y arena más grandes)
Primario	- Sólidos suspendidos sedimentables - DBO en suspensión (componente de materia orgánica de sólidos suspendidos sedimentables)
Secundario	- DBO en suspensión (materia orgánica suspendida fina no eliminada en el tratamiento primario) - DBO soluble (materia orgánica en forma de sólidos disueltos)
Terciario	- Nutrientes - Patógeno

- Compuestos no biodegradables
- Metales pesados
- Sólidos inorgánicos disueltos
- Sólidos suspendidos restantes

2. Tratamiento de Lodos

Durante el tratamiento y degradación biológica de los efluentes industriales, se generan subproductos sólidos en las distintas etapas esenciales de la planta de tratamiento. Si bien este lodo en la mayoría de las etapas de su manipulación está constituido por más del 95% de agua, solo por convención se le designa como fase sólida, con el objetivo de distinguirlo del flujo del líquido a tratar.

En general, los subproductos sólidos generados en las plantas de tratamiento son los siguientes:

- Material particulado
- Arena
- Espuma
- Lodos primarios
- Lodos secundarios

De los subproductos mencionados anteriormente, el principal en términos de volumen son los lodos. Ciertos sistemas de tratamiento tienen la eliminación de lodos sólo eventualmente. En estos casos el lodo se estabiliza requiriendo sólo su deshidratación final. Otros, sin embargo, tienen la eliminación continua de lodos como en los sistemas de tratamiento primario por flotación, donde en esto se eliminará una cantidad de lodo fijo de acuerdo con los parámetros de entrada en el efluente.

La eliminación final de esta apuesta generada con un alto porcentaje de humedad genera un costo de transporte muy alto para las empresas, ya que no se puede desechar en locales indebidos. Sucede que como este lodo se compone en gran parte de agua, por lo general se pueden instalar sistemas de deshidratación donde estos reducirán significativamente el volumen de líquido presente en el lodo, y en consecuencia también se reduce el coste de transporte de este lodo en forma seca.

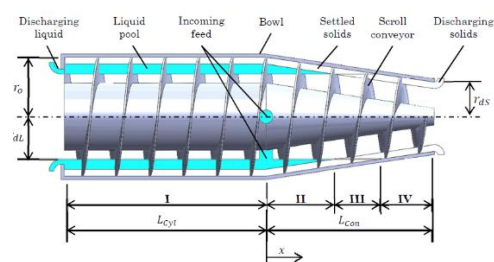
3. Sistema de Deshidratación con Decanter

Equipo centrífugo de alta rotación para la separación de fases con diferencias en densidades (especialmente sólidos y líquidos) a través de la fuerza centrífuga.

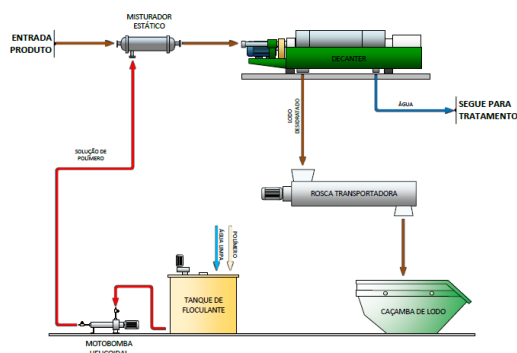
Dentro del producto se someterá a una alta fuerza centrífuga producida por la alta velocidad de giro del cilindro. La masa sólida separada se presiona contra la pared interna del cilindro y una rosca transportadora de tipo helicoidal, fabricada con recubrimiento duro en la superficie, transportará la masa hasta el final del cono donde el material será liberado fuera del equipo a través de los cojinetes de

fricción que reciben tratamiento térmico, y son intercambiables.

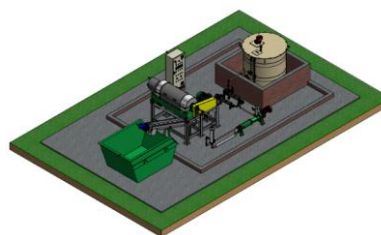
El agua clarificada sale de la parte interior del cilindro a través de la punta líquida por diferencia de nivel que son ajustables por medio de placas intercambiables y fáciles de reemplazar y acompañar al equipo.



Los lodos que deben pasar en este equipo también deben mezclarse con un floculante para una mejor separación de sólidos, donde esto pasará a través de un mezclador estático, equipo con placas deflectoras para una mejor mezcla de lodos con el producto químico. Los polímeros TECNOFLOC ofrecen una alta performance en estas aplicaciones.



El decantador tiene la entrada de alimentación desde el lado y tanto las salidas (líquido y sólido) libres de la parte inferior del equipo, por lo que normalmente hay una base de elevación, ya sea metálica o de hormigón.

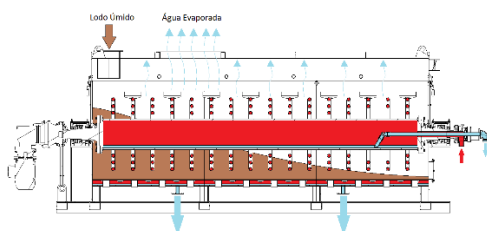


4. Sistema de Deshidratación con Sistema de Secado por Vapor

El secado térmico es un proceso de reducción de la humedad a través de la evaporación del agua a la atmósfera, con la aplicación de energía térmica. En términos generales, es el uso de calor para evaporar el agua presente en el material.



El sistema de secado térmico se clasifica como contacto indirecto continuo, donde las paredes metálicas separan los sólidos húmedos del medio de transferencia de calor (vapor). La energía térmica se transfiere del fluido de transferencia de calor a la pared metálica y luego de la pared metálica al sólido. La temperatura del producto es alta debido al contacto con superficies metálicas calientes. Los sólidos nunca entran en contacto directo con el fluido de intercambio térmico, el método utilizado para la transferencia de calor es la conducción.

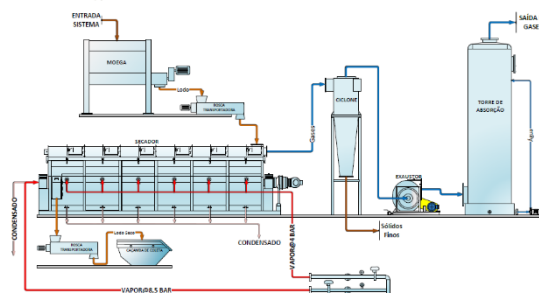


El medio de transferencia de calor calienta los tubos del eje metálico y las placas del cuerpo del equipo, elevando la temperatura del producto hasta el punto de evaporación de los líquidos. Esta evaporación promueve la reducción del volumen del material, ya que la mayor parte de su peso se compone de agua.

El sistema es continuo, donde simultáneamente el producto viene en húmedo y el lodo seco sale, y también tiene varias ventajas tales como:

- El fluido de transferencia de calor es vapor, que se encuentra fácilmente en la mayoría de las empresas;
- Trabaja con bajas temperaturas (aprox. 180°C);
- Debido a que el eje está construido con eslabones tubulares, alcanza una presión de vapor de hasta 9 bar, asegurando una mayor tasa de transferencia de calor, sin deformación del equipo.
- Tiene vapor tanto en el eje giratorio como en el cuerpo, lo que garantiza un alto área de intercambio térmico en un equipo compacto.
- No tiene contacto directo con el producto, lo que impide que los productos grasos se quemen debido a la temperatura excesiva;
- No hay contaminación del fluido de transferencia de calor y del producto;
- Sistema continuo;

- Los vapores generados se tratan antes del lanzamiento a la atmósfera;
- Sistemas mecánicos fáciles de mantener;
- Funcionamiento sencillo.



5. Viabilidad

Para un mejor análisis de viabilidad en la adquisición e instalación de los dos tipos de sistema de deshidratación mencionados podemos realizar un estudio de una planta industrial de jugos y su efluente, donde será tratada a través de un sistema primario con flotación y sistema secundario biológico.

Los datos proporcionados por el análisis químico del efluente para el dimensionamiento del sistema:

	Bruto	Salida Biológico
Flujo [m³/h]	216	216
DQO [mg/L]	7200	< 300
DBO [mg/L]	4100	< 100
SST [mg/L]	800	< 50
O / G [mg/L]	100	< 15
NTK [mg/L]	140	-
NH3 [mg/L]	100	< 20
P [mg/L]	15	< 6
Cloro Residual	-	-
Coliformes	-	-
Operación [h/día]	16	

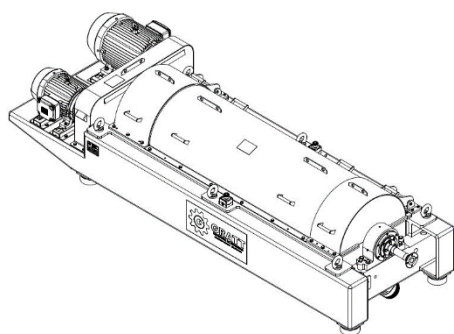
Es importante tener en cuenta que las eficiencias esperadas del sistema pueden cambiar de acuerdo con la variación de las cargas de entrada, el tipo de productos químicos utilizados y el funcionamiento de acuerdo con el manual y la formación de los operadores.

Durante el funcionamiento de este sistema, se generarán residuos sólidos o lodo tanto en el sistema primario, obteniendo lodos flotados, como en el sistema de aireación donde se generará lodos biológicos. Según los análisis químicos realizados de forma compuesta para el dimensionamiento de las plantas, se estimó una cantidad estimada de aproximadamente 464 m³/día de lodos generados por los dos sistemas de tratamiento con una cantidad aproximada del 2,7% de los sólidos en seco en este lodo.

Carga de Sólidos Totales = 5.875 Kg MS/día
Lodo Primario + 6.704 Kg MS/día Lodo Biológico

Carga de Sólidos Totales = 12.579 Kg MS/día

Teniendo en cuenta este valor, se ofreció al cliente la aplicación de un sistema de deshidratación a través de dos decantadores, modelos Gratt GMT 470EVO G2, para un funcionamiento de 14 m³/h cada uno.



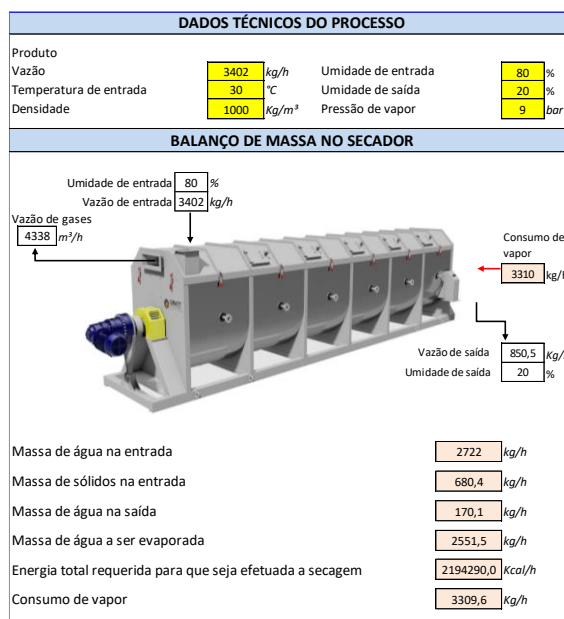
Este equipo debe tener en su salida un lodo seco con porcentaje de humedad variable de acuerdo con la cantidad de sólidos en la entrada, sin embargo debe ser alrededor del 80% en humedad.

Entrada	Flujo de Lodo	28	m ³ /h
	Concentración de Sólidos	2,7	%
	Agua	97,3	%
Clarificado	Contenido de Sólidos	0,2561	%
	Sólidos Secos	75,6	Kg/h
	Volumen de Sólidos	0,063	m ³ /h
	Volumen de Agua	24,535	m ³ /h
	Volumen de Clarificado	24,598	m ³ /h
Salida de Sólidos	Contenido de Sólidos	20	%
	Sólidos Secos	680	Kg/h
	Volumen de Sólidos	0,567	m ³ /h
	Volumen de Agua	2,835	m ³ /h
	Volumen de Lodos	3,402	m ³ /h

Se observa claramente que hay una reducción significativa de la cantidad de participación que tendrá que descartarse, lo que ya se traduce en un menor costo de eliminación.

Además también se propone la inserción de un secador de lodos a vapor, donde este equipo producirá a partir de lodos una harina con rangos de 5% a 25% de humedad, dependiendo de variables como la

disponibilidad de vapor, presión de vapor, humedad de entrada, entre otros.



Después de secar el producto final debe tener aproximadamente 20% de humedad, teniendo un total de aproximadamente 850,5 kg/h de lodo seco. Si consideramos una densidad de harina de aproximadamente 770 kg/m³, tendremos un flujo de salida de sólidos de 1.1045 m³/h que se destinará a la eliminación o quema.

El costo de eliminación de la tierra en los vertederos puede variar dependiendo de dónde se encuentra la industria, la disponibilidad de vertederos cercanos, país, etc. Teniendo en cuenta una industria donde el costo de eliminación es de \$30 por metro cúbico de lodos, tendríamos los siguientes gastos diarios para el transporte.

	m ³ /h	m ³ /día	Costo Diário
Lodos Generados	28	448,00	\$ 13.440,00
Sistema con Decanter	3,40	54,4	\$ 1.632,00
Sistema con Secador	1,10	17,67	\$ 530,10
Costo de Descarte			\$ 30,00
Horas de Operación		16 horas / día	

Hay una reducción significativa en el costo de eliminación y si se implanta un decantador junto con un secador de lodos los costos de transporte serán sólo una pequeña porción del total si se desechan los lodos directos del flotador.

En este estudio, no se incluyeron los gastos relacionados con la electricidad, el funcionamiento del equipo, el mantenimiento preventivo, entre otros.

2. Conclusión

Habida cuenta de los análisis realizados, cabe observar que la adquisición e implantación de sistemas de deshidratación de lodos puede llegar a ser extremadamente viable debido a la alta reducción del coste fijo de las empresas relacionadas con el transporte de lodos a vertederos.

Sin embargo, para confirmar esta viabilidad, estas empresas deben realizar estudios y análisis para medir correctamente la cantidad de lodos que generará una planta determinada, y relacionando esta cantidad con el coste de transporte y eliminación de vertederos, se puede verificar si el capital es ventajoso en sistemas que reducirán drásticamente este coste fijo con el tiempo.

3. Referencias Bibliograficas

Braile, P.W.;. *Despejos Industriais*.

Von Sperling, M. *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*, Vol. 1, 2ª Ed., Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG. 1996.

Netto, Azevedo. *Curso de Tratamento de Águas Residuárias*.

Jordão, Eduardo Pacheco; PESSOA, Constantino Arruda. *Tratamento de Esgotos Domésticos*. Vol. 1, Cetesb. 1975.

Von Sperling, M. *Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos*, Vol. 2, 2ª Impressão, Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG. 1996.