

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



**“VENTAJAS TECNICAS ENTRE FILTRO PRENSA CON PLACAS TIPO
CAMARA RECESADA Y FILTRO CON PLACAS TIPO DIAFRAGMA”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUIMICO

**POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACION DE
CONOCIMIENTOS**

PRESENTADO POR:

JANNET LUCY DAVILA HUAMAN

LIMA – PERU

2004

Dedicado a la memoria de mi padre,
Sr. Félix Dávila Dávila
mi ángel que ilumina el camino de mi vida.

A mi madre,
Sra. Luzmila Huamán de Dávila
por su inagotable amor y apoyo en mi formación moral.

y a mi hermano,
Ing. Félix Dávila H.
por su invaluable y perseverante apoyo en mi
formación intelectual.

RESUMEN

Los Filtros Prensa Horizontal, incluyen placas filtrantes tipo Marco-Placa, Cámara Recesada de volumen fijo y placas filtrantes tipo Diafragma de volumen variable de los cuales se detallará en el siguiente informe. Así como también, el principio de funcionamiento, tecnología de construcción y las ventajas comparativas de Filtros Prensa Horizontal, usando placas filtrantes tipo Diafragma y placas filtrantes tipo Cámara Recesada en la deshidratación de lodos en una planta de tratamiento de aguas residuales municipales.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCION	4
II. DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS Y TECNICAS	5
2.1 Definición de filtración	5
2.2 Tipos de equipos de filtración.	7
2.3 Filtros Prensa	11
2.3.1 Componentes de un Filtro Prensa	14
2.3.2 Coadyuvantes de la filtración	21
2.3.2.1 Tierra de diatomeas	23
2.3.3 Fundamentos de la filtración	24
III. DESARROLLO DEL TEMA	
3.1 Funcionamiento del Filtro Prensa Horizontal con placas tipo Cámara Recesada	32
3.1.1 Tecnología de la placa tipo Cámara Recesada	34
3.2. Funcionamiento del Filtro Prensa Horizontal con placas tipo Diafragma (membrana)	36
3.2.2 Tecnología de la placa tipo Diafragma (membrana)	38
3.3 Comparación de rendimiento del Filtro Prensa tipo Diafragma vs. Filtro Prensa tipo Cámara Recesada frente a un caso real	40
3.4 Ventajas técnicas de la Filtración tipo Diafragma	51
IV. CONCLUSIONES	53

V.	RECOMENDACIONES	55
VI.	BIBLIOGRAFIA	57
VII.	ANEXOS	58
7.1	Tabla de resistencia química de placas filtrantes de material polipropileno	
7.2	Especificaciones técnicas de placas filtrantes tipo Diafragma de 470x470 marca Lenser	
7.3	Especificaciones técnicas de placas filtrantes tipo Cámara Recesada de 470x470 marca Lenser.	
7.4	Curva de Presión vs. Temperatura de placas filtrantes tipo Diafragma – diseño estándar marca Klinkau GMBH	
7.5	Características de las fibras de las telas filtrantes	

I.

INTRODUCCIÓN

En la mayoría de los procesos industriales y en tratamientos de aguas residuales municipales, el “producto” final producido por los procesos de tratamiento (fangos) requiere la separación física – la extracción de agua de la fracción de sólidos para la eliminación final (deshidratación) y el uso de la fracción de líquido para el reciclaje, para el comienzo del proceso de tratamiento o para el proceso de tratamiento adicional. En este proceso final de extracción de agua, la técnica de separación sólido - líquido con equipos Filtros Prensa Horizontal con placas tipo Diafragma, o placas tipo Cámara Recesada, puede ser uno de los pasos más importantes en el proceso de tratamiento total, proporcionando más sólidos secos, tortas transportables y costos de eliminación más bajos, así también una economía global mejorada.

Siendo necesario un entendimiento básico del principio de funcionamiento de un Filtro Prensa Horizontal y la tecnología de las placas filtrantes, se describe a detalle el principio de funcionamiento de un filtro prensa horizontal con placas filtrantes tipo Diafragma y placas filtrantes tipo Cámara Recesada, sus ventajas técnicas, innovaciones tecnológicas y análisis comparativo entre si, frente a un caso real como es en el tratamiento de fangos de aguas residuales municipales.

II. DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS Y TECNICAS

2.1 Definición de filtración

Se define generalmente la filtración como la operación que tiene por objeto separar un sólido en mezcla en suspensión en un líquido, por paso de este último a través de un medio poroso llamado medio filtrante. El sólido es retenido sobre la superficie del medio filtrante, y constituye lo que llamaremos la torta de una filtración. La filtración es, sin duda alguna una de las operaciones más extendidas en la técnica química, hasta tal punto que pocos serán los procesos donde no hayan de practicarse manipulaciones de filtrado en alguna de sus fases.

La filtración va desde un sencillo colado hasta separaciones altamente complejas. El fluido puede ser un líquido o un gas, y la corriente valiosa procedente de un equipo filtrante puede ser el fluido, los sólidos o ambos productos. En algunos casos pueden carecer de valor ambas corrientes, como es el caso de la separación de sólidos residuales de un fluido residual antes de su vertido.

En la filtración, las partículas suspendidas de un fluido, ya sea un líquido o un gas, se separan mecánica o físicamente, usando un medio filtrante poroso que retiene las partículas en forma de fase separada que permite el paso del filtrado sin sólidos.

Las filtraciones comerciales cubren una amplia gama de aplicaciones. Las partículas sólidas suspendidas pueden ser muy finas (en el intervalo de micrómetros) o bastantes grandes, muy rígidas o plásticas, esféricas o de forma muy irregular, agregados o partículas individuales. El producto valioso puede ser el filtrado sin sólidos o la torta sólida. En algunos casos, se requiere una eliminación completa de las partículas sólidas y en otros, basta con una eliminación parcial.

La suspensión, puede contener una gran carga de partículas sólidas o una

proporción baja. Cuando la concentración es mínima, los filtros pueden operar por tiempos muy largos antes de que sea necesario limpiar el medio filtrante. Con frecuencia la suspensión se modifica de alguna forma mediante un pretratamiento, a fin de aumentar la velocidad de la filtración, como calentamiento, recristalización o adición de un coadyuvante de filtración, tal como celulosa, yeso o tierras diatomeas. Debido a la enorme variedad de materiales que se han de filtrar y las diferentes condiciones de operación de los procesos, se han desarrollado numerosos tipos de filtros algunos de los cuales se describen más adelante.

El fluido circula a través del medio filtrante en virtud de una diferencia de presión a través del medio. Así, los equipos filtrantes se clasifican, de acuerdo a este aspecto, entre los que operan con una sobrepresión aguas arriba del medio filtrante, los que los hacen con presión atmosférica aguas arriba del medio filtrante y aquellos que presentan vacío aguas abajo. Presiones superiores a la atmosférica pueden generarse por acción de la fuerza de gravedad que actúa sobre una columna de líquido, por medio de una bomba o compresor, o bien por una fuerza centrífuga.

La mayoría de los equipos de filtración son de presión o de vacío. Pueden ser también continuos o discontinuos, dependiendo que la descarga de los sólidos filtrados (torta) se realice de forma continua o intermitente. Durante buena parte del ciclo de operación de un equipo filtrante discontinuo, el flujo del filtrado a través del mismo es continuo, habiéndose de interrumpirse periódicamente para permitir la descarga de la torta. En un filtro continuo, la descarga de la torta y del filtrado se realiza de forma ininterrumpida mientras el equipo se encuentra en operación.

Los equipos de filtración se dividen en dos grandes grupos: filtros clarificadores y filtros de torta. Los clarificadores retiran pequeñas cantidades de sólidos para producir un gas claro y líquidos transparentes, tales como bebidas. Los equipos

filtrantes de torta separan grandes cantidades de sólidos en forma de una torta de cristales o un lodo. Con frecuencia incluyen dispositivos para el lavado de los sólidos para eliminar la mayor parte posible del líquido residual antes de su descarga.

2.2 Tipos de equipos de filtración.

Existen diversos métodos para clasificar los equipos de filtración y no es posible establecer un sistema simple que incluya todos los tipos. En una de las formas de clasificación, estos equipos se clasifican de acuerdo a que la torta de filtrado sea el producto deseado, o bien sea el filtrado, líquido transparente, la fase que se desea preservar. En cualquier caso, la suspensión puede tener un porcentaje de sólidos relativamente alto, lo que conduce a la formación de una torta, o puede contener muy pocas partículas en suspensión.

Los equipos de filtración también pueden clasificarse de acuerdo con su ciclo de operación: por lotes, cuando se extrae la torta después de cierto tiempo, o de manera continua, cuando la torta se va extrayendo a medida que se forma.

1. **Filtros de Lecho.**- Este modelo tiene utilidad en los casos en que se desea eliminar cantidades de sólidos relativamente pequeñas, suspendidas en volúmenes de agua bastante grandes. Con frecuencia, la capa del fondo está formada por trozos grandes de grava colocados sobre una placa perforada o ranurada.

Encima de la grava se pone arena fina que actúa como el medio filtrante real. La suspensión se alimenta por la parte superior sobre un deflector que esparce el líquido en todas direcciones mientras el líquido filtrado se extrae por el fondo.

La filtración continúa hasta que el precipitado, esto es, las partículas filtradas, obstruyen el lecho de arena y la velocidad del flujo resulte

demasiado baja. Entonces se suspende el flujo y se introduce agua en dirección contraria para que fluya hacia arriba, con lo que se lava el filtro y se arrastra el sólido. Este aparato sólo puede usarse con precipitados que no se adhieran con firmeza a la arena y que puedan desprenderse con facilidad con un retrolavado. Para la filtración del suministro de agua municipal, se usan filtros de tanques abiertos.

2. **Filtro de Hojas.-** Cuando se requiere un lavado de torta eficaz se puede recurrir a los filtros de carcasa y hojas. Estas hojas se cuelgan en paralelo en un tanque cerrado. La suspensión entra al tanque y la aplicación de presión la fuerza hacia la tela filtrante, donde la torta se deposita en el exterior de la hoja. El filtrado fluye en el interior del marco hueco hacia un cabezal de descarga y el líquido de lavado sigue la misma trayectoria de la suspensión. De esta forma, el lavado resulta más eficiente. Para extraer la torta se abre la coraza del tanque. Algunas veces se hace pasar una corriente de aire a través de las hojas en dirección contraria, para ayudar a desprender la torta. Cuando el material valioso no es el sólido, pueden usarse chorros de agua a presión para desprenderlo y eliminarlo sin necesidad de abrir el filtro.

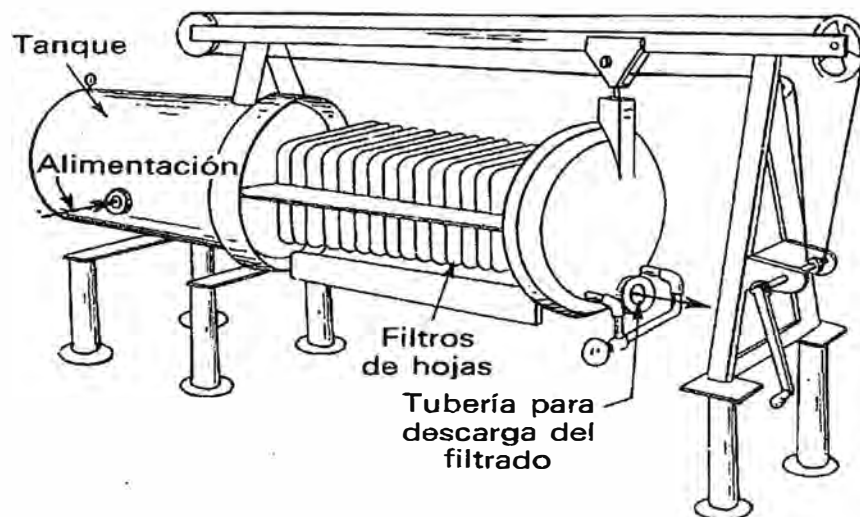


Figura 1. Filtro de Hojas a Presión en tanque horizontal

3. **Filtro de Tambor Rotatorio.**- El filtro de tambor rotatorio, es un filtro de vacío que consta de un tambor horizontal, tal como se muestra en la Figura 2, con una cara acanalada que gira con una velocidad de 0.1 a 2 RPM en un depósito con la suspensión agitada. Un medio filtrante, tal como una lona, cubre la superficie del tambor, que está parcialmente sumergido en el líquido. Debajo de la superficie acanalada del tambor principal se encuentra un segundo tambor más pequeño. Entre los dos tambores existen tabiques radiales que dividen el espacio anular en compartimientos separados, cada uno de los cuales está conectado por una tubería interna a un orificio situado en la placa de la válvula rotatoria. Una tira de tela filtrante cubre la cara expuesta de cada compartimiento para formar una sucesión de paneles.

Considérese ahora el panel que se representa por A en la Figura 2, que se encuentra justamente en el momento de introducirse en la suspensión. Cuando se sumerge debajo de la superficie del líquido, se aplica vacío por medio de la válvula rotatoria. Se forma una capa de sólidos sobre la cara del panel a medida que pasa líquido por la tela hacia el interior del compartimiento, a través de la tubería interna y de la válvula hasta el tanque colector. Cuando el panel abandona la suspensión y entra en la zona de lavado y secado, se aplica vacío al panel desde un sistema exterior, succionando líquido de lavado y aire a través de la torta de sólidos. Después que la torta de sólidos depositada sobre la caja del panel ha sido succionada para ser secada, el panel abandona la zona de secado, se corta el vacío y se retira la torta rascándola con una cuchilla horizontal o rasqueta. Se insufla algo de aire debajo de la torta con el fin de despegarla de la tela. De esta forma la torta se desprende de la tela haciendo innecesario que la cuchilla roce la superficie del tambor. Una vez que se ha desprendido la torta, el panel entra de nuevo en la suspensión y se repite el ciclo, por lo tanto la operación de cualquier panel es cíclica, pero como los paneles están en todo momento en cada parte del ciclo, la operación global

del filtro es continua.

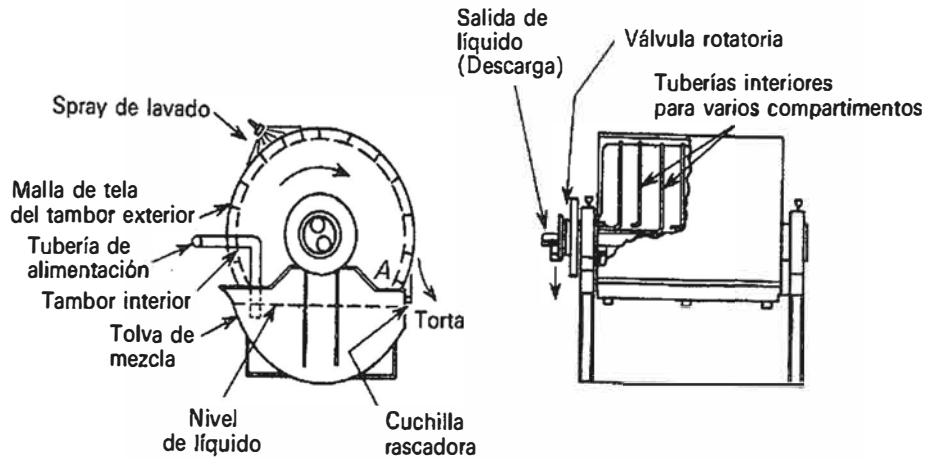


Figura 2. Filtro rotativo continuo de vacío

4. **Filtro de Cinta Horizontal (filtro de bandas).**- Cuando la alimentación contiene partículas sólidas gruesas que sedimentan rápidamente, un filtro de tambor rotatorio funciona mal o simplemente no puede funcionar. Las partículas gruesas no se pueden mantener bien en suspensión y la torta que se forma con frecuencia no se adhiere a la superficie del tambor. En estos casos se puede utilizar un filtro horizontal alimentado por la parte superior. El filtro de cinta móvil que se muestra en la Figura 3, se parece a un transportador de cinta, con un soporte transversal que lleva la tela filtrante también la forma de una cinta sin fin. Las aberturas centrales situadas en la cinta de drenaje se deslizan sobre una cámara longitudinal de vacío en la que se descarga el filtrado. La suspensión de alimentación fluye hasta la cinta desde un distribuidor situado en un extremo de la unidad, mientras que la torta filtrada y lavada descarga por el otro extremo. Este sistema de filtración está especialmente indicado para la separación de los lodos con floculación previa. En una primera etapa se realiza el acondicionamiento, seguido de una predeshidratación y concentración del lodo para, finalmente, introducir la masa espesada en las zonas de prensado, donde se aplica una creciente fuerza de cizalladura que deshidrata el lodo hasta la

sequedad posible.

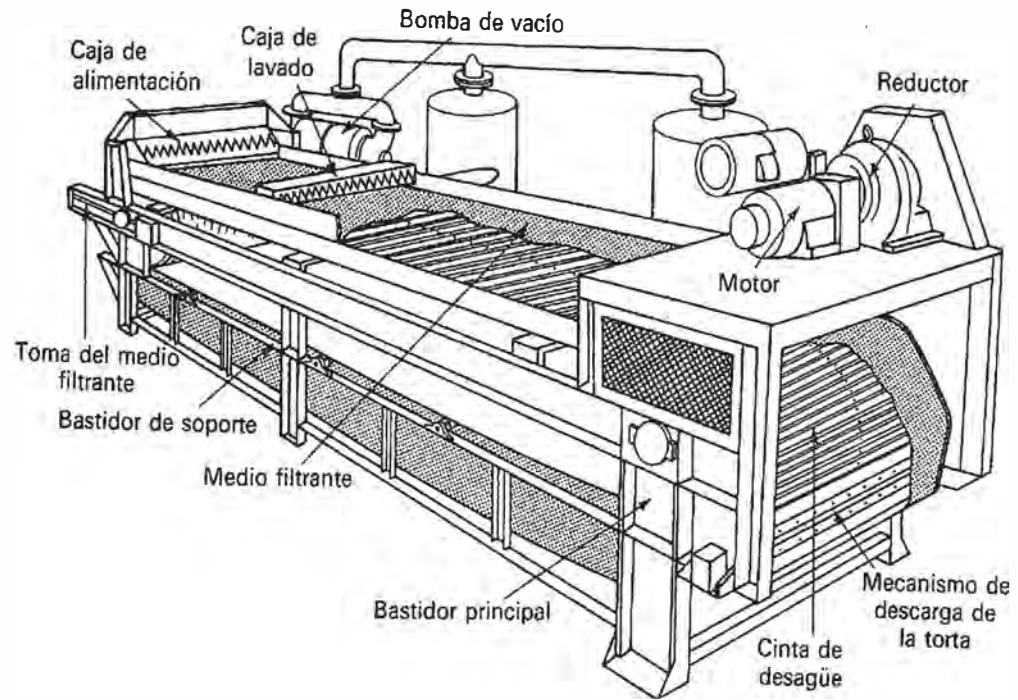


Figura 3. Filtro de cinta horizontal

2.3 Filtros Prensa

Los filtros prensa son equipos para la separación de sólidos y líquidos. Una suspensión fluye contra los medios filtrantes permeables, estos permiten solo el paso de la fase líquida, reteniendo los sólidos. Estos equipos se destinan siempre para filtrar a presión, pudiendo en ocasiones ser ésta muy elevada desde 6 Bar hasta 30 Bar. En su forma más simple, están formados por un conjunto de placas diseñadas para proporcionar una serie de cámaras o compartimientos en los que se pueden recoger los sólidos, cuyas superficies van provistas de una serie de canales destinados a la recogida y evacuación del líquido que se filtra. Las placas llevan un orificio de alimentación y se disponen una junto a otras sobre un soporte adecuado. Las placas se recubren con un medio filtrante tal como una tela tejida de polipropileno. Este conjunto, está sostenido por unas guías laterales y comprimidas entre dos robustas piezas, una fija y la otra móvil, llamados los cabezales del filtro prensa.

La suspensión se introduce en cada compartimiento bajo presión, los sólidos retenidos en cada cámara van formando una torta sobre los medios filtrantes. La fase líquida de la suspensión pasa a través de las telas filtrantes y se recupera como filtrado libre de sólidos. La filtración continúa hasta que ya no sale líquido por el tubo de descarga o bien se incrementa bruscamente la presión de filtración. Esto ocurre cuando las placas se llenan de sólidos y ya no puede entrar más suspensión. Se puede entonces pasar líquido de lavado para eliminar las impurezas solubles contenidas en los sólidos, y a continuación insuflar aire o vapor de agua para desplazar la mayor parte de líquido residual. Se abre entonces la prensa y se retira la torta de sólidos, pasándola a un transportador o a un depósito de almacenamiento. Estas operaciones se pueden realizar en forma automática.

Por su disposición, los filtros prensa pueden ser horizontales o verticales. En el primer caso, las placas filtrantes están dispuestos verticalmente unos sobre otros. Los filtros horizontales ocupan mayor espacio que los filtros prensa vertical, pero, como contrapartida, el montaje, la limpieza y eliminación de las tortas sólidas recogidas en el filtro es mucho más fácil. Los filtros prensa verticales ocupan menor espacio pero su acondicionamiento resulta más laborioso, por lo que en la práctica tal disposición no se emplea sino en modelos de dimensiones reducidas o en aquellos casos donde el producto a filtrar apenas deja sedimento sólido.

Por su forma, las placas filtrantes en un filtro prensa pueden ser cuadradas, rectangulares y circulares. Generalmente son de la forma cuadrada o rectangular, ya que con dichas formas queda reducida al mínimo la superficie de tejido filtrante desaprovechada. Las placas filtrantes de forma circular, presenta una distribución más regular del líquido filtrado en comparación con las placas filtrantes de forma cuadrada o rectangular además de ofrecer mayor resistencia a la presión interior del líquido o a la ruptura por otro motivo cualquiera; sin embargo, tiene el inconveniente de ofrecer en igualdad de dimensiones, una

superficie útil menor que las placas cuadradas o rectangulares, y en ellas la tela filtrante empleada no se aprovecha totalmente.

Por el tipo, los filtros prensa pueden ser del tipo marco-placa, cámara recesada o diafragma.

En los filtros prensa con placas tipo marco-placa, las placas y marcos están dispuestos alternadamente formando un paquete, las placas confieren el área de filtración y los cuadros el volumen interno (ver Figura 4 y 5).

Las placas tipo marco-placa están diseñados para trabajar con presiones de filtración hasta 8 Bar., con alimentación de esquina y dimensiones que van desde 150 mm. hasta 2000 mm., pudiendo ser de forma cuadrada o rectangular, para sistemas de lavado o de solo filtración, con cavidades de 10 a 60 mm. para la formación de tortas. Las placas tienen un espesor de 6 a 50 mm., mientras que el de los marcos es de 10 a 200 mm. El material estándar de construcción es de polipropileno de alta densidad como se muestra en la Figura 4.

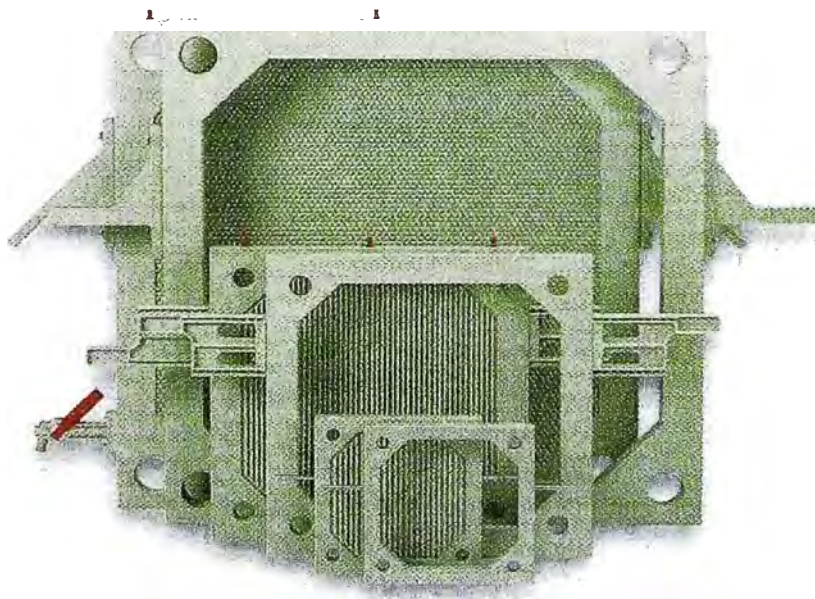


Figura 4. Placas filtrantes tipo marco-placa

2.3.1 Componentes de un Filtro Prensa

Los filtros prensa están formados por varios componentes:

a. El Bastidor.- La construcción básica de un filtro prensa consiste en dos bastidores que soportan un puente, formado por dos vigas o largueros, del que queda suspendido todo el paquete de placas filtrantes, dichos bastidores están constituidos por las siguientes piezas principales: una placa cabecera, en el cual van excavados los orificios para la llegada y eventualmente también para la evacuación del producto que se filtra. Un pie, que soporta el extremo opuesto de dichos largueros y sobre el cual va montado el sistema para el cierre del filtro prensa. Una placa móvil, por cuyo intermedio se ejerce la presión que mantiene aplicados uno sobre otros los elementos del filtro, y por último, un husillo de cierre que con su avance determina dicha presión, como se muestra en la Figura 5 y Figura 6.

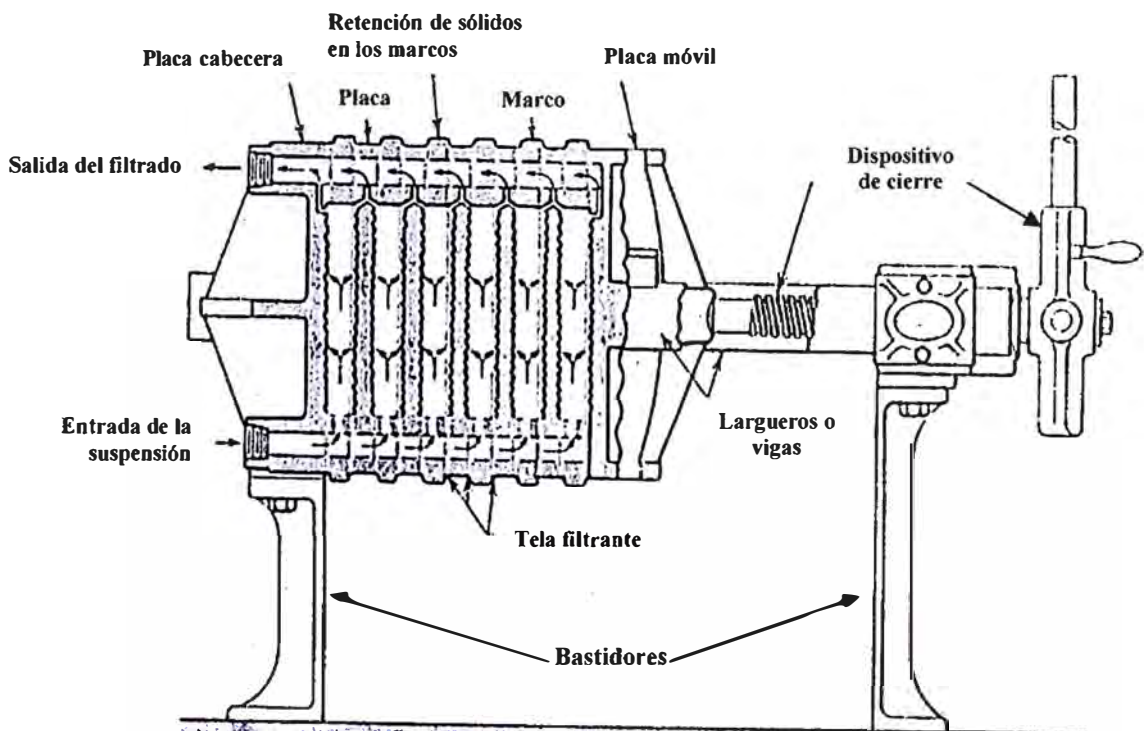


Figura 5. Corte transversal de un Filtro Prensa tipo marco-placa

Los largueros pueden ser de sección cilíndrica (ver Figura 6) o poligonal, estos soportes, como órganos destinados a sufrir esfuerzos notables, suelen ser piezas fundidas de construcción muy robusta, cuyo precio de coste resulta ser una fracción muy notable del precio total del filtro. Por ello, es interesante ajustar las características del soporte a la presión de trabajo y número de placas, con lo cual puede ser posible bajar la robustez de tales piezas y rebajar notablemente el precio del filtro.

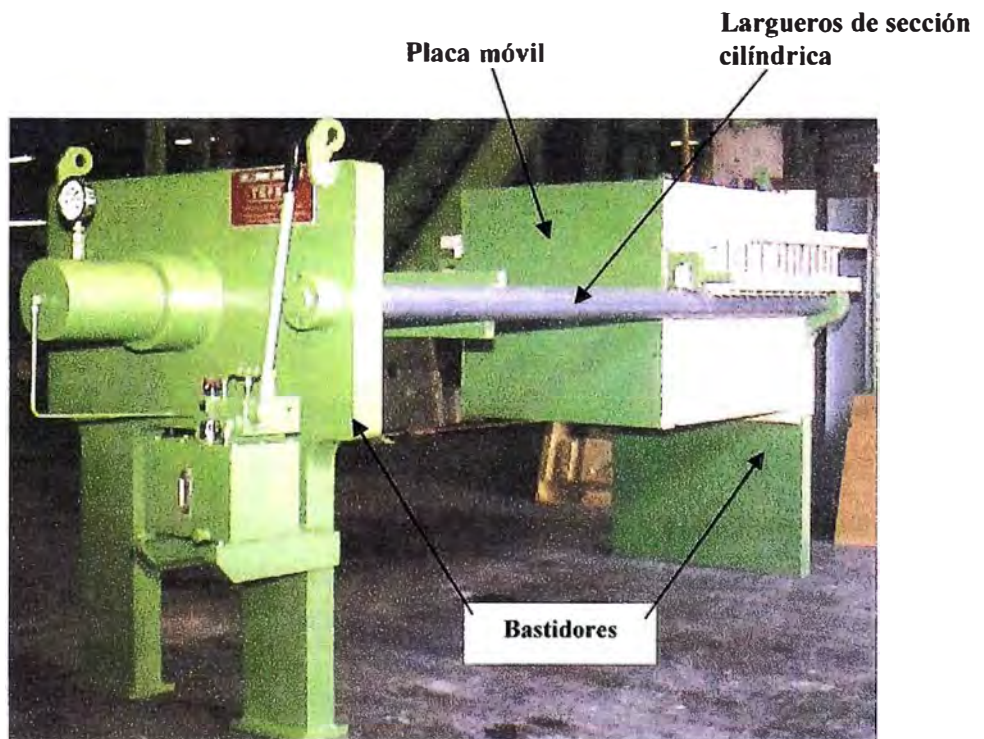


Figura 6. Filtro Prensa tipo Cámara Recesada con alimentación por canal central

b. El Mecanismo de Cierre del Bastidor.- El mecanismo de cierre en los filtros prensa tiene por objeto, mantener cerrado todo el paquete de placas durante la filtración a una presión constante por intermedio del husillo de cierre (ver Figura 5). Los tamaños de las placas en los grandes filtros prensa deben soportar con mucha frecuencia esfuerzos considerables, que demandan el empleo de mecanismos especiales para el accionamiento de cierre (eléctricos e hidráulicos).

Para el accionamiento del husillo de cierre se emplea un volante que puede ser movido directamente a mano, terminándose el cierre a presión con una pequeña

palanca. Cuando el esfuerzo a mano, ejercido directamente sobre el husillo mediante un volante o palanca, no resulta suficiente, se intercala una transmisión por engranajes que, mediante un piñón intermedio, permite aumentar el esfuerzo útil que es capaz de ejercer el obrero que maneja el filtro. En los grandes filtros prensa, se emplea un motor eléctrico por medio de un tornillo sin fin que hace girar un piñón, que acciona una rueda montada en el vástago del husillo de cierre. El sistema lleva una serie de conexiones especiales, que permite detener el giro del motor cuando la presión necesaria para el cierre ha sido alcanzada.

Resulta muy frecuente realizar el cierre del sistema mediante un pistón hidráulico que se carga con una bomba de pistón accionada a mano o eléctricamente, y actúa sobre uno o más cilindros que transmiten la fuerza al paquete filtrante a través de la placa móvil.

c. El Paquete de Placas.- El paquete de placas está formado por varias placas unitarias revestidas por el medio filtrante que pueden ser telas tejidas de material polipropileno. Debido a la forma geométrica de las placas, cuando el filtro prensa se cierra, dentro del paquete de placas se forman cámaras. La alimentación de las cámaras con la suspensión se produce a través de aberturas de alimentación que se encuentra en las placas y en las telas. El filtrado es recuperado a través de agujeros apropiados, dispuestos en las placas detrás de las telas de filtración. El cierre hidráulico del bastidor mantiene las placas presionadas una a otra durante todo el proceso de filtración, impidiendo que las mismas se separen por la alta presión de filtración.

d. Sistema de alimentación.- Las bombas de alimentación de un filtro prensa, deben trabajar de forma adecuada para adaptarse en todo momento a la capacidad de funcionamiento del filtro, al ajuste final de la presión para la obtención de la mayor sequedad posible en las tortas producidas.

En la selección de bombas, se debe tener en cuenta que a lo largo del ciclo de filtración, conforme se van formando las tortas, disminuye el caudal de alimentación y aumenta en cambio la presión.

Debidamente preparadas pueden usarse bombas centrifugas, que no son recomendables para bombear suspensión que contenga gran cantidad de sólidos (lodos), o bombas de desplazamiento positivo como son bombas de tornillo helicoidal o bombas de membrana (o doble diafragma), que por si mismas se regulan a las exigencias del filtro.

Cuando se detecta el final del ciclo de filtración se para automáticamente la bomba de alimentación para empezar el proceso de soplado del canal central y de tortas y se procede a la descarga del filtro.

e. Diversos módulos para la automatización.-

e.1 Sistema automático de traslado de placas.- A través de cadenas de transporte con ganchos de arrastre, que se deslizan sobre los carros de traslado de las placas hasta encontrar una a una la totalidad de las placas a mover, logrando: la separación individual de las placas, un funcionamiento perfectamente suave, y el perfecto desplazamiento de las placas en paralelo y libre de movimiento pendulares.

**Ganchos de
arrastre**



**Cadenas de
transporte**

Figura 7. Cadenas de transporte con ganchos de arrastre



Figura 8. Filtro Prensa Horizontal con sistema automático de traslado de placas

La Figura 8. muestra un Filtro Prensa Horizontal con sistema automático de traslado de placas filtrantes con dos largueros en la parte superior y dos barras de tensión en la parte inferior, que soportan toda la fuerza de cierre.

e.2 Descarga automática de las tortas.- Con la apertura de las placas se produce el desprendimiento de las tortas, pero si la torta posee una alta adherencia al medio filtrante, el sistema automático está provisto de un sistema raspador de tortas que consiste en un bastidor con desplazamiento automático a lo largo del filtro y que va centrándose placa a placa, raspando suavemente por ambas caras.

e.3 Lavado automático de telas.- Las telas filtrantes son básicamente la razón para un buen funcionamiento de un filtro prensa. Su desgaste y su mantenimiento pueden limitarse mucho con una limpieza periódica.

El sistema automático consigue una limpieza óptima con agua, y a la vez la eliminación de una considerable cantidad de mano de obra, como resultaría por ejemplo de limpiar 100 placas en un filtro de 1000x1000 mm.

El sistema consiste básicamente en un bastidor, con desplazamiento automático a lo largo del filtro, y que va centrándose placa a placa, lavándolas por ambas caras. Va soportado en las vigas superiores del filtro, corriendo sobre pistas por sus propios carros de desplazamiento como se muestra en la Figura 9.

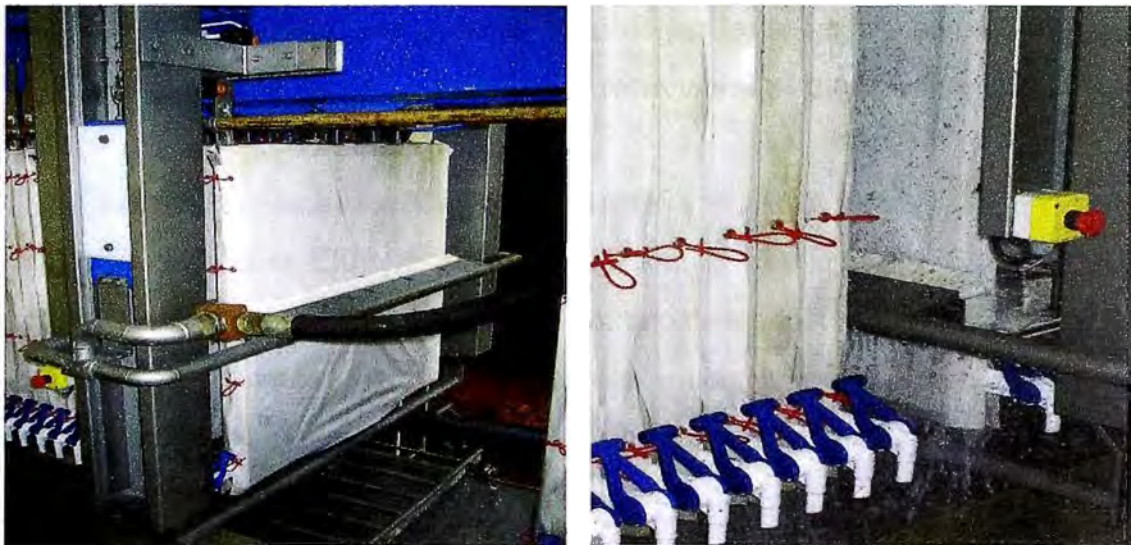


Figura 9. Filtro Prensa Horizontal tipo Cámara Recesada con salida abierta y lavado automático de telas.

Se utiliza agua a presión a 110 Bar y 15 m³/h, dada por una bomba centrífuga que puede usarse para uno o más filtros.

Una vez que se han lavado todas las telas el bastidor vuelve a una posición de aparcamiento en el cabezal del filtro.

f. Medios filtrantes.- El medio filtrante para filtraciones industriales debe llenar ciertas características. La primera y más importante es que debe separar los sólidos de la suspensión y producir un filtrado transparente. Además, los poros no deben obstruirse con facilidad, para que la velocidad del proceso no sea demasiado lento. El medio filtrante debe permitir la extracción de la torta sin dificultades ni pérdidas. Obviamente, debe tener una resistencia suficiente para no rasgarse y no ser afectada por los productos químicos presentes y no debe de ser excesivamente caro.

Algunos medios filtrantes de uso muy común son las telas gruesas de lona o sargas, tejidos pesados, fibra de vidrio, papel, fieltro de celulosa, telas metálicas de lana de nylon de dacrón y otros tejidos sintéticos. Las fibras de hilacha de materiales naturales, son más efectivas para las partículas finas que las plásticas o metálicas. Algunas veces, el filtrado puede salir un poco lechoso al principio, antes de que se depositen las primeras capas de partículas que ayudan a filtrar las partículas subsecuentes. Este filtrado puede recircularse para una refiltración.

f.1 Caracterización de los Medios Filtrantes

Un tipo de medio filtrante de uso muy común son las telas filtrantes, se caracterizan por el material de fabricación, tipo de tejido, textura acabado, peso, espesor, permeabilidad y resistencia química principalmente. La parte de la tela que va en contacto con la torta es el lado más liso. Si el tejido es mono/multi satinado, la torta va por el lado del monofilamento.

Rangos de pH

Para pH bajo (0-7) se recomienda usar POLIESTER

Para pH alto (10-14) se recomienda usar NYLON

Para pH lodos (0-14) se recomienda usar POLIPROPILENO (lodos de aguas municipales residuales)

**CARACTERISTICA TELAS FILTRANTES DE MATERIAL
POLIPROPILENO PARA LODOS RESIDUALES MUNICIPALES**

COD.	MAT.	TIPO DE HILO	TEXTURA	ACABADO	PESO (g/m ²)	ESP. (mm)	PERMEABILIDAD		
							m ³ /m ² /min	CFM	l/dm ² /min
211	PP	MO/MU	SARJA	TERMO CALANDRADO	530	0.8	0.1 - 0.4	0.4 - 1.3	2 - 6

RESISTENCIA QUIMICA	
TEMPERATURA	90°C
LUZ SOLAR	NO RESISTE
ACIDOS	OPTIMA
ALCALIS	OPTIMA
SOLVENTES ORGANICOS	REGULAR
SALES INORGANICAS	BUENA
AGENTES OXIDANTES	BUENA
COLORO	NO RESISTE
RESTRICCIONES	
Gasolina, Benceno, Butano, Cloro seco, Bromhidrato, Cloro fluido, Flúor Húmedo, Agua regia, Acidos oleicos, Acido Nitroso concentrado, Tetralina, Xileno.	
LEYENDA	
PP	POLIPROPILENO
MU/MO	MULTI/MONO FILAMENTO

2.3.2 Coadyuvantes de la filtración

Las presencia de pequeñas partículas o de materiales coloidales de una suspensión constituye casi siempre un obstáculo difícil de vencer, dado que los filtros ordinarios, por permitir el paso, total o parcialmente de estas partículas, son incapaces de retenerlas en absoluto, y el líquido no filtra claro, o lo que es peor, al irse introduciendo en los poros del medio filtrante, terminan por cegar totalmente a estos. La filtración en tales condiciones se hace lenta en extremo y aún puede llegar a imposibilitarse en absoluto.

Para remediar estos inconvenientes cuando se trabaja con suspensiones que contienen sólidos muy finamente divididos o cuerpos coloidales, se acostumbra añadir a la suspensión que se filtra algún material de los llamados coadyuvantes de la filtración. Por lo general, las sustancias usadas con tal finalidad presentan una gran superficie y su actuación queda reducida a un efecto puramente mecánico, reteniendo por adsorción el coloide en presencia o las partículas sólidas muy finamente divididas.

Es preciso que las sustancias que se añaden como coadyuvantes de la filtración reúnan una serie de condiciones generales, entre las que destacan las siguientes:

En primer lugar, su peso específico no debe ser grande, al objeto de lograr que cuando se mezclen con el líquido que va a filtrarse se mantengan en suspensión. Han de ser cuerpos porosos, y considerados desde el punto de vista químico, desprovistos de actividad sobre la suspensión que se filtra.

El kieselgur o la tierra diatomeas, debido a su alto contenido de sílice, no es atacado por las soluciones ordinarias; da tortas porosas y tiene un peso específico ligero, siendo por todas estas circunstancias un coadyuvante que se utiliza con frecuencia para la filtración de jugos azucarados, aceites vegetales, derivados del petróleo, zumos de frutas, bebidas, etc. También se utiliza el asbesto. Para su utilización se añade directamente o en forma de pulpa a la suspensión, agitándose para conseguir una distribución homogénea.

En ciertas ocasiones resulta más conveniente que recurrir al empleo de coadyuvantes, proceder a un acondicionamiento previo de la suspensión a filtrar, durante el cual las pequeñas partículas experimentan una aglomeración por simple reposo prolongado. *El tratamiento de las aguas residuales municipales* ofrece un ejemplo de este procedimiento. El compuesto químico que se añade a la suspensión sufre una reacción, originando un precipitado de gran superficie que arrastra consigo las pequeñas partículas sólidas en suspensión. A este tipo

pertenece el cloruro férrico (FeCl_3) y sulfato de aluminio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), los cuales sufren una hidrólisis con producción de hidróxido, que se precipita en copos gelatinosos capaces de arrastrar mecánicamente los cuerpos coloidales o en estado de gran división que se hallen suspendidos en la suspensión, para luego añadir floculantes como polímeros para incrementar la mayor velocidad de decantación.

En un filtro prensa, la ayuda de filtración puede aplicarse como recubrimiento previo y durante la operación se va desprendiendo junto con la torta.

El uso de ayudas de filtración suele estar limitado a los casos en que la torta sea el material que se descarta, o cuando el precipitado puede separarse de la ayuda por medios químicos.

2.3.2.1 Tierra de diatomeas.-

El kieselgur o tierra de diatomeas está constituido por sílice hidratada amorfa; su origen es vegetal, y está formado por innumerables esqueletos de diatomeas. Su aplicación es para incrementar la rapidez de la filtración y para perfeccionar la clarificación. Estas ayudas de filtración pueden usarse de diferentes maneras. Se pueden emplear como recubrimiento previo antes de filtrar la suspensión, lo que impide que los sólidos de tipo gelatinoso obstruyan el medio filtrante y proporcionen un filtrado más transparente.

Para mejorar las cualidades de las tierras de diatomeas, que así mejoradas se expanden en el mercado bajo nombres registrados, se realiza un tratamiento térmico para transformar la arcilla coloidal en silicato de alúmina en forma dura bajo la acción simultánea de determinados reactivos químicos.

En U.S.A. la firma Celite Filter Aids, comercializa nueve grados de esta clase de productos, que ordenados de menor a mayor tamaño de poro (finura) son los siguientes:

- | | | |
|--------------------------|-----------------------|--------------------|
| 1. Filter-Celite | 4. Celite Nro. 512 | 7. Celite Nro. 503 |
| 2. Celite Nro. 505 | 5. Hyflo Super-Celite | 8. Celite Nro. 535 |
| 3. Estándar Super-Celite | 6. Celite Nro. 501 | 9. Celite Nro. 545 |

La cantidades de estos productos que deben ser añadidas varían del 0.1 al 0.5% del peso de la suspensión a filtrar, según su naturaleza y cantidad de impurezas presentes. Si la clasificación lograda con alguno de los tipos anteriores no es satisfactoria, deberá emplearse el próximo tipo más fino. Entre ellos, el que proporciona un tamaño menor de poro es el Filter-Celite, capaz de separar las más pequeñas partículas coloidales (menores de 0.1μ). En muchos casos, sin embargo, el Hyflo Super-Celite se muestra suficiente, siendo una de las calidades más empleadas por su alta velocidad de filtración. Por lo que respecta a la formación de pre-capas necesario en relación con la superficie filtrante, puede calcularse en 0.4 - 0.5 kg. del coadyuvante por metro cuadrado de superficie del filtro.

2.3.3 Fundamentos de la filtración

La operación de filtrar se ha desenvuelto en la práctica más como arte que como manipulación científica, y en tales condiciones la teoría de la filtración no ha merecido en la industria demasiada atención. Sin embargo, en los últimos tiempos ha sido desarrollado ampliamente el aspecto matemático, principalmente por Lewis, Ruth, Carman y otros autores, que han propuesto una serie de ecuaciones para explicar de un modo racional las conclusiones a que la práctica había llegado, lo que constituye siempre un resultado interesante.

Por el momento, la teoría matemática de la filtración se emplea muy raramente para el proyecto de un filtro dado, utilizándose únicamente como un auxiliar valioso en la interpretación de los resultados obtenidos por ensayos de laboratorio

que es preciso realizar en cada caso, para deducir a la vista de tales datos las condiciones óptimas en que puede tener lugar la operación. Permite asimismo predecir con suficiente aproximación los efectos que puedan lograrse al cambiar las condiciones operativas, pero la aplicación práctica de la teoría de la filtración queda siempre muy limitada, por la circunstancia de que los resultados obtenidos en cada caso son en absoluto inaplicables a otro cualquiera.

En la filtración con Filtros Prensa, se obtiene una torta de materia sólida formada por partículas de forma irregular, que se agrupan unas junto a otras sobre la superficie del medio filtrante. Tan pronto como la torta comienza a formarse, el líquido que se filtra debe pasar a través, no solo del medio filtrante, sino que antes de llegar a él habrá debido atravesar previamente la torta de cuerpo sólido, deslizándose por los canalillos libres que restan entre los granos de aquel. El desplazamiento del líquido a esas condiciones tiene lugar prácticamente en Régimen Laminar y sigue la ecuación de CARMAN-KONZEHY¹ (deducida para lechos empacados), siendo lo más frecuente que la resistencia opuesta al paso del líquido por el medio filtrante sea despreciable, comparada por la que ofrece la torta formada por el cuerpo sólido acumulado.

Si la velocidad de filtrado se representa por u y $\Delta p/dL = - dp/dL$ y que el flujo es normalmente laminar, tenemos la siguiente ecuación:

$$\frac{dp}{dL} = \frac{k_3 \mu u (1 - \varepsilon)^2 (s_p / v_p)^2}{g_c \varepsilon^3} \quad (1)$$

Donde: dp/dL = gradiente de presión para el espesor L

μ = viscosidad del filtrado

u = velocidad lineal del filtrado basado en el área del filtro

¹ Todas las ecuaciones presentadas a continuación tienen por referencia bibliográfica: McCabe L., Smith J., Harriott P., "Operaciones unitarias en Ingeniería Química", páginas: 1011 al 1015.

- v_p = volumen de una sola partícula
- S_p = superficie de una sola partícula
- ε = porosidad de la torta
- k_3 = constante
- g_c = factor de proporcionalidad de la ley de Newton
- c = masa del sólido depositado en el filtro por unidad de volumen de filtrado

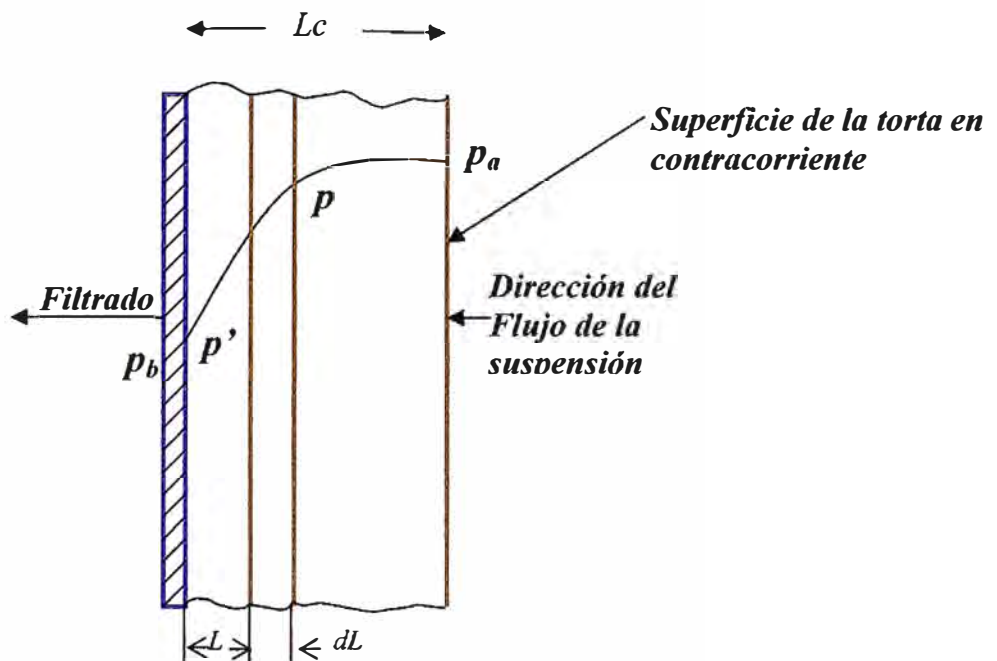


Figura 10. Sección transversal del medio filtrante y de la torta mostrando los gradientes de presión: p , presión del fluido; L , distancia desde el medio filtrante.

Para partículas de tamaño y forma definida dispuestas al azar, $k_3 = 4,167$.

La velocidad lineal u viene dada por la ecuación

$$u = \frac{dV / dt}{A} \quad (2)$$

Donde V es el volumen de filtrado recogido desde el comienzo de la filtración hasta el tiempo t . Puesto que el filtrado tiene que pasar a través de toda la torta, V/A tiene el mismo valor para todas las capas y u es independiente de L .

El volumen de sólidos en la capa es $A(1 - \varepsilon)dL$, y si ρ_p es la densidad de la partículas, la masa dm de sólidos en la capa es

$$dm = \rho_p (1 - \varepsilon) A dL \quad (3)$$

Eliminando dL de las Ecuaciones (1) y (3) se obtiene:

$$dp = \frac{k_3 \mu u (s_p / v_p)^2 (1 - \varepsilon)}{g_c \rho_p A \varepsilon^3} dm \quad (4)$$

Tortas de filtración compresibles e incompresibles. En la filtración a bajas caídas de presión de suspensiones que contienen partículas rígidas y uniformes, todos los factores del segundo miembro de la Ecuación (4), excepto m , son independientes de L . y la ecuación es directamente integrable para el espesor de la torta.

Si m_c es la masa total de sólidos en la torta, el resultado es:

$$\int_p^{p_a} dp = \frac{k_3 \mu u (s_p / v_p)^2 (1 - \varepsilon)}{g_c \rho_p A \varepsilon^3} \int_0^{m_c} dm$$
$$p_a - p' = \frac{k_3 \mu u (s_p / v_p)^2 (1 - \varepsilon) m_c}{g_c \rho_p A \varepsilon^3} = \Delta p_c \quad (5)$$

Las tortas de filtración de este tipo reciben el nombre de incompresibles. La característica de las tortas incompresibles es que, al aumentar la presión que actúa sobre ella, no disminuirá el diámetro de sus poros. No puede afirmarse que en la práctica industrial se presente este caso de manera absoluta; sin embargo, es posible reproducirlo artificialmente de forma muy aproximada sometiendo algunos materiales (tierra de infusorios) colocados sobre un filtro a una presión elevada y operando luego a una presión inferior a la máxima a la que fue sometido el material. Como ejemplo de sustancias que dan en la práctica tortas de filtración que pueden considerarse incompresibles, citaremos a los productos arenoso, carbonato de calcio, bicarbonato sódico.

Para utilizar la Ecuación (5) se define una resistencia específica de la torta, α definida por la ecuación:

$$\alpha \equiv \frac{\Delta p_c g_c A}{\mu u m_c} \quad (6)$$

donde:

$$\alpha = \frac{k_3 (s_p / v_p)^2 (1 - \varepsilon)}{\varepsilon^3 \rho_p} \quad (7)$$

Para tortas incompresibles α es independiente de la caída de presión y de la posición en la torta.

La mayor parte de las tortas que se encuentran en las operaciones industriales no están formadas por partículas rígidas individuales. La suspensión consiste en una mezcla de aglomerados, o flóculos, consistentes en débiles acoplamientos de partículas muy pequeñas, y la resistencia de la torta depende de las propiedades de los flóculos en vez de la geometría de las partículas individuales. Los flóculos se depositan sobre la cara de la torta situadas aguas arriba y forman un complicado entramado de canalillos para los que la Ecuación (4) no es estrictamente aplicable. La resistencia de tal suspensión depende del método utilizado en la preparación de la suspensión así como a la edad y temperatura del material. Por otra parte, los flóculos son distorsionados y rotos por las fuerzas existentes en la torta, de forma que los factores ε , k_3 y s_p/v_p varían de una capa a otra.

Una torta de filtración de este tipo se denomina *compresible*, y en ella α varían de un lugar a otro; también varía con la presión aplicada y, en algunos casos, con el tiempo. En consecuencia, la Ecuación (5) no es estrictamente aplicable. Sin embargo, en la práctica, la variación de α con el tiempo y la localización se suele ignorar. Para los cálculos se obtiene experimentalmente un valor medio para el material que se filtra. A veces los experimentos se realizan a diferentes presiones de forma que α puede correlacionarse con la caída de presión.

Resistencia del medio filtrante. La resistencia del medio filtrante R_m se puede definir, por analogía con la Ecuación (6), mediante la ecuación.

$$\frac{p - p_b}{R_m} = \frac{\Delta p_m}{R_m} - \frac{\mu u}{g_c} \quad (8)$$

La dimensión de R_m es \bar{L}^{-1}

La resistencia el medio filtrante R_m varía con la caída de presión y con el tiempo y la limpieza del medio filtrante, pero como sólo es importante durante las primeras etapas de la filtración, casi siempre resulta satisfactorio suponer que es constante durante cualquier filtración y obtener su valor a partir de datos experimentales. Cuando R_m se trata como una constante empírica, incluye también cualquier resistencia al flujo que pueda existir en las líneas de acceso y salida del filtro.

A partir de las Ecuaciones (6) y (8)

$$\Delta p = \Delta p_c + \Delta p_m = \frac{\mu u}{g_c} \left(\frac{m_c \alpha}{A} + R_m \right) \quad (9)$$

Después un punto de vista estricto, la resistencia de la torta α es una función de Δp_c en vez Δp . Durante la etapa importante de la filtración, que es cuando la torta tiene un espesor apreciable, Δp_m es pequeño en comparación de Δp_c y el efecto sobre el valor de α al efectuar la integración de la Ecuación (5) sobre un intervalo Δp en vez de Δp_c puede ignorarse con toda seguridad. Por tanto, en la Ecuación (9) α se toma como una función de Δp .

Al utilizar la Ecuación (9) es conveniente sustituir u , la velocidad lineal del filtrado, y m_c la masa total de sólido en la torta, por funciones de V , el volumen total de filtrado recogido durante el tiempo t . La Ecuación (2) relaciona u y V , y un balance de materia relaciona m_c y V . Si c es la masa de partículas depositadas en el filtro por unidad de volumen de filtrado, la masa de sólidos en el filtro en el tiempo t es V_c , y

$$m_c = V_c \quad (10)$$

Sustituyendo u de la Ecuación (2) y m_c de la Ecuación (10) en la Ecuación (9), se obtiene.

$$\frac{dt}{dV} = \frac{\mu}{Ag_c(\Delta p)} \left(\frac{\alpha cV}{A} + R_m \right) \quad (11)$$

Si:

$$\frac{dt}{dV} = \frac{1}{q} \quad (12)$$

de (11) y (12) se tiene:

$$\Delta p = \left(\frac{\alpha cV}{A} + R_m \right) \frac{\mu}{Ag_c q} \quad (13)$$

Es más sencillo escribir la expresión (13):

$$\Delta P = (K_1 V + K_2)q \quad (14)$$

$$K_1 = \frac{c\mu\alpha}{A^2 g_c} \quad (15)$$

$$K_2 = \frac{R_m\mu}{Ag_c} \quad (16)$$

Para una determinada suspensión incomprensible, K_1 y K_2 son constantes.

Filtración a presión constante. Cuando Δp es constante, las únicas variables son V y t . Cuando $t = 0$, $V = 0$ y $\Delta p = \Delta p$; por tanto al integrar la ecuación (14) se tiene:

$$\frac{t}{V} = \frac{K_1}{2\Delta p} V + \frac{K_2}{\Delta p} \quad (17)$$

y se utilizan los datos experimentales para efectuar una representación gráfica de $\frac{t}{V}$ frente a V . La pendiente y la ordena en el origen de la línea recta que mejor se ajusta a los puntos permite calcular los valores de K_1 y K_2 .

Filtración a caudal constante. Si la suspensión entra en el filtro prensa por medio de una bomba de desplazamiento positivo, el caudal, al que denominaremos q_0 , es aproximadamente constante. La integración de la Ecuación (12) para este tipo de operación para un momento cualquiera de la filtración da:

$$V = q_0 t \quad (18)$$

La presión puede relacionarse con el tiempo combinando las Ecuaciones (18) y (14) para dar:

$$\Delta P = K_1 q_0^2 t + K_2 q_0 \quad (19)$$

Una representación de ΔP frente a t para un q_0 conocido, obtenido a partir de datos sobre filtración a caudal constante, permite calcular K_1 y K_2 . Estas constantes pueden también ser calculadas a partir de los valores de α_m y R_m , si se dispone de ellos.

Ecuaciones empíricas para la resistencia de tortas. Realizando experimentos a presión constante para varias caídas de presión se puede encontrar la variación de α con Δp , ya que la mayor parte de tortas son, por lo menos en alguna medida, compresibles. Para tortas altamente compresibles α aumenta rápidamente con Δp .

Se pueden utilizar ecuaciones empíricas para ajustar los datos experimentales de Δp en función de α , siendo la más frecuente:

$$\alpha = \alpha_0 (\Delta p)^s \quad (20)$$

Donde α_0 y s son constantes empíricas. La constante s es el *coeficiente de compresibilidad de la torta*. Si vale cero es incompresible, mientras que valores positivos corresponden a tortas compresibles. Su valor generalmente está comprendido entre 0.2 y 0.8. La ecuación (20) no deberá utilizarse en un intervalo de caídas de presión muy diferente del empleado en los experimentos realizados para evaluar α y s .

III. DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Funcionamiento del Filtro Prensa Horizontal con placas tipo Cámara Recesada.

El Filtro Prensa con placas tipo cámara recesada de volumen fijo utiliza una serie de placas filtrantes verticales arregladas horizontalmente. Las placas se recubren con un medio filtrante tal como una tela tejida de polipropileno.

El filtro prensa consta de una estructura de acero o hierro fundido para apoyar las telas / placas y el mecanismo de cierre, para proporcionar la fuerza de cierre necesario en las áreas de sellado de las placas para contra actuar con la fuerza aplicada por el ciclo de filtración. La formación de la torta en cada cámara se produce por el principio de extracción de agua hidrodinámica. La suspensión es alimentada dentro de las cámaras a través de la bomba de alimentación, permitiendo que las partículas suspendidas (sólidos) se queden en la tela y continúen formando la torta; hasta que el grosor de la torta se forme en la cámara, la torta se forma por capas, hasta que la cámara esté completamente llena con sólidos. Mientras se está formando la torta, su permeabilidad y tasa de flujo disminuye mientras los sólidos aumentan en la cámara. Los productos comprimibles reducen la permeabilidad de la torta, causando ciclos largos de filtración y costos de operación incrementados.

Es preciso llenar las cámaras por completo para conseguir el contenido requerido de materia seca en la torta. Con una formación creciente de torta en las cámaras, aumenta la resistencia de drenaje y disminuye en gran escala el caudal de filtración.

El líquido (filtrado) fluye a través de la torta / tela y es descargado a través de las salidas de descarga. El ciclo de filtración continúa hasta que ya no sale líquido filtrado por el tubo de descarga o bien se incrementa bruscamente la presión de filtración. La presión de filtración terminal típica es de 6 Bar, también como hasta

15 Bar. Cuando se completa el ciclo de filtración, se puede aplicar un ciclo de lavado de la torta antes de descargarla de las cámaras.

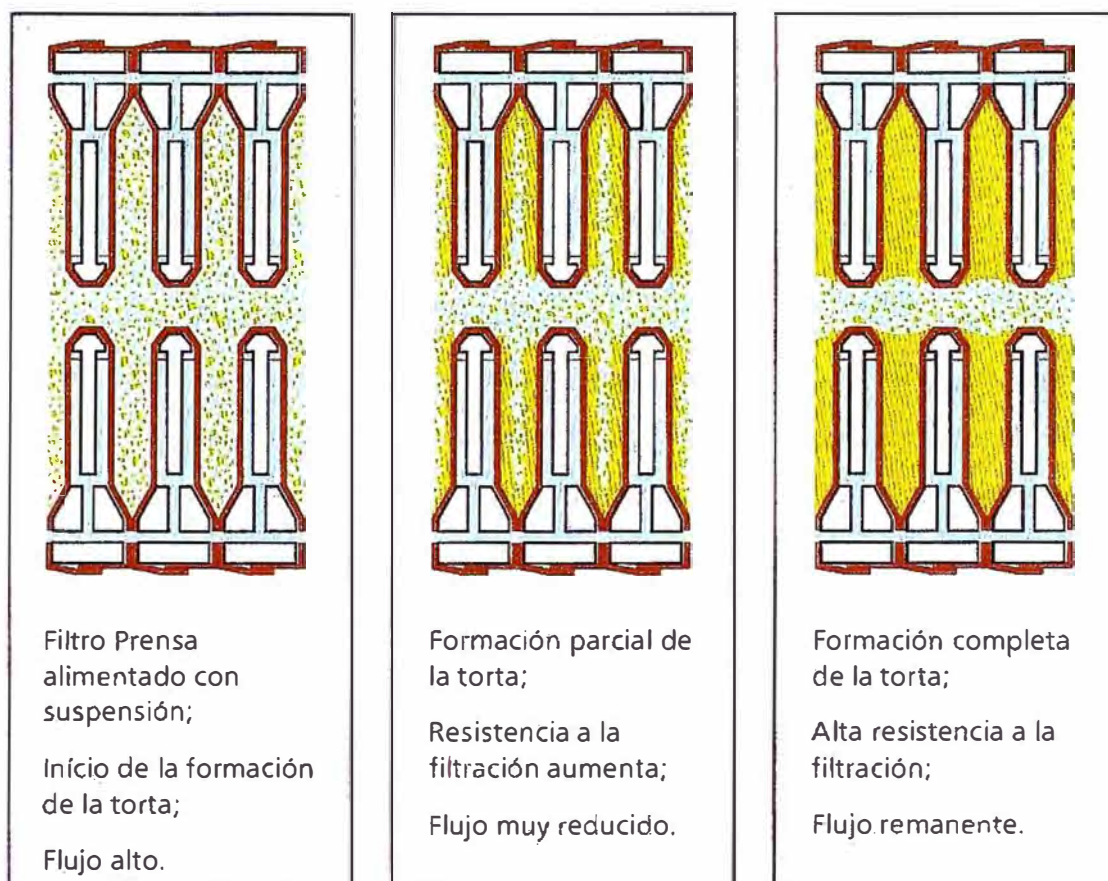


Figura 11. Funcionamiento de la placa tipo Cámara Recesada

Según sea la aplicación, ya en la primera mitad del ciclo de filtración se alcanza un volumen de filtración de 70% del total. Por este motivo, en la segunda mitad del ciclo el filtro prensa tipo cámara recesada funciona con baja rentabilidad.

Si se abre el sistema de placas filtrantes antes de que el ciclo de filtración haya alcanzado la máxima presión de filtración, el resultado será una torta de filtro húmeda, sensible, no compacta con alta adherencia al medio filtrante.

3.1.1 Tecnología de la placa tipo Cámara Recesada

El paquete de placas filtrantes, está conformado por placas idénticas, cada placa tiene una profundidad de cámara fija y área de filtración proporcionando una capacidad de volumen fijo, tal como se muestra en la Figura 12.

Una placa tipo Cámara Recesada, es la combinación de una placa de filtración y dos partes de cuadros, formando una única pieza.

Pueden venir placas filtrantes preparadas para trabajar con presiones de 6, 8, 15 y 30 bar, con alimentación central, alimentación superior, inferior o de esquina, con descarga abierta o cerrada, con diseño de cuello de barril o con ojales, de forma cuadrada, rectangular o redondo, con dimensiones que van desde 250 mm. hasta 2000 mm., para sistemas de lavado o de solo filtración, para tela sellada o empaquetada (ver Figura 8), con cavidades de 15 a 50 mm. para la formación de las tortas. El material de construcción puede ser de polipropileno homopolímero gris o natural, polipropileno copolímero gris o natural, polipropileno antiestática, polipropileno estabilizado al cobre gris (también al cobalto y al magnesio), fluoruro de polivinildieno natural (PVDF), fluoruro de polivinildieno negro (PVDFs).

Normalmente el material de construcción es de polipropileno homopolímero gris, debido a las siguientes características:

- Estabilidad química excelente
- Autorizado conforme a la legislación sobre productos alimenticios
- Esterilizable
- Fácil de limpiar
- Poco peso
- Alta capacidad de carga con buen comportamiento de reposición
- Relación óptima precio/eficiencia

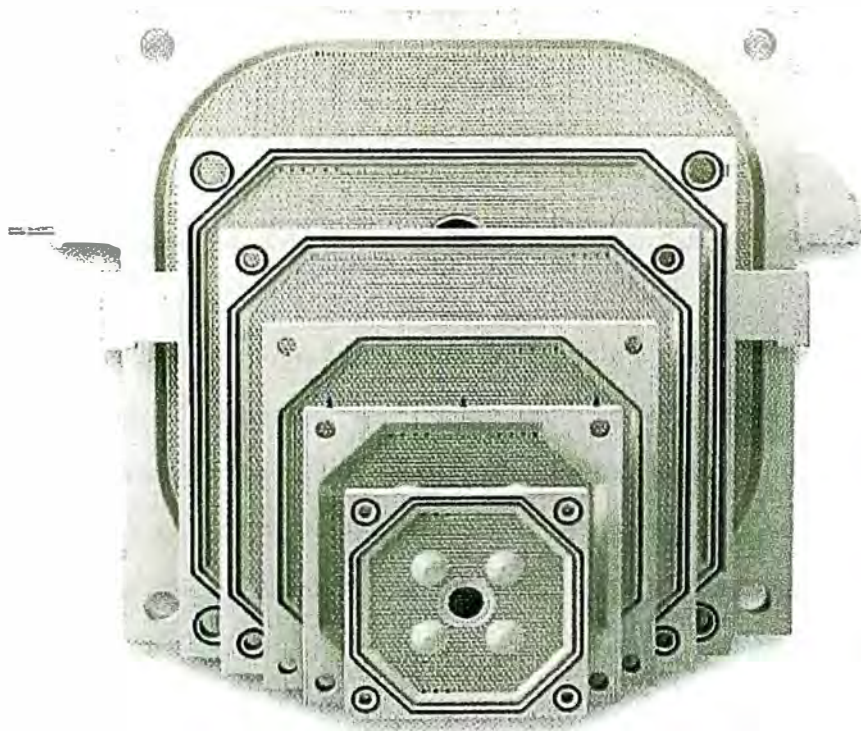


Figura 12. Placa filtrante tipo Cámara Recesada con canal de alimentación central

La durabilidad de las placas filtrantes tipo cámara recesada depende del manejo y mantenimiento del operador, debiéndose tener en cuenta los siguientes cuidados:

- Las placas deben ser protegidas contra daños mecánicos y no deben ser expuestas a temperaturas menores a 0 °C ya que la resina del polipropileno se quiebra a esa temperatura.
- Si las placas van a ser guardadas, la posición correcta de almacenaje es de pie y derecha.
- Durante el tiempo de almacenaje no debe exponerse a los rayos ultravioleta (luz solar), debe cubrirse con plástico negro u otro material que bloquee la luz.
- Si debe soldarse metal, las placas deben protegerse.
- Se debe evitar los cambios bruscos de temperatura en el proceso de filtración.
- Aunque el polipropileno es resistente a muchos químicos, hay algunos que afectan sus propiedades. El polipropileno es sensible a las partículas de

cloro puro, no debe usarse blanqueadores al limpiarse las placas. Si hay soluciones de cobre, debe usarse un polipropileno debidamente estabilizante para cobre.

3.2 Funcionamiento del Filtro Prensa Horizontal con placas tipo Diafragma (membrana)

El Filtro Prensa con placas tipo Diafragma de volumen variable utiliza una serie de placas filtrantes arregladas horizontalmente. Las placas filtrantes tipo Diafragma son básicamente placas tipo Cámara Recesada con dos diafragmas inflables adheridos al cuerpo de la placa. El diafragma puede ser suministrado soldado al cuerpo de la placa o en un diseño de diafragma reemplazable, desarmable.

A diferencia de las placas filtrantes de Cámara Recesada, las placas filtrantes tipo Diafragma tienen una superficie filtrante flexible (membranas). Mediante la aportación de un fluido a presión (como aire comprimido o agua) por detrás de las membranas flexibles, se mueven estas en dirección a la cámara del filtro. Las tortas en la cámara del filtro resultan entonces sometidas a escurrido por toda la superficie, y después del proceso de filtración propiamente dicho, se exprimen otra vez, tal como se muestra en la Figura 13.

La ventaja es que, en casi todas las aplicaciones, se obtiene un contenido alto de materia seca.

La alimentación de la suspensión es interrumpida cuando se ha culminado la etapa eficiente de ciclo de filtración. debido que, a partir de este punto, los volúmenes de filtrado son muy reducidos, la torta está formada en su totalidad, siendo alta la resistencia a la filtración; luego, la etapa ineficiente del ciclo de filtración, es reemplazada por el exprimido de las tortas con los diafragmas. La presión de filtración terminal típica es de 7 Bar, mientras que la mayor parte de las presiones de exprimidos terminales son de hasta 15 Bar.

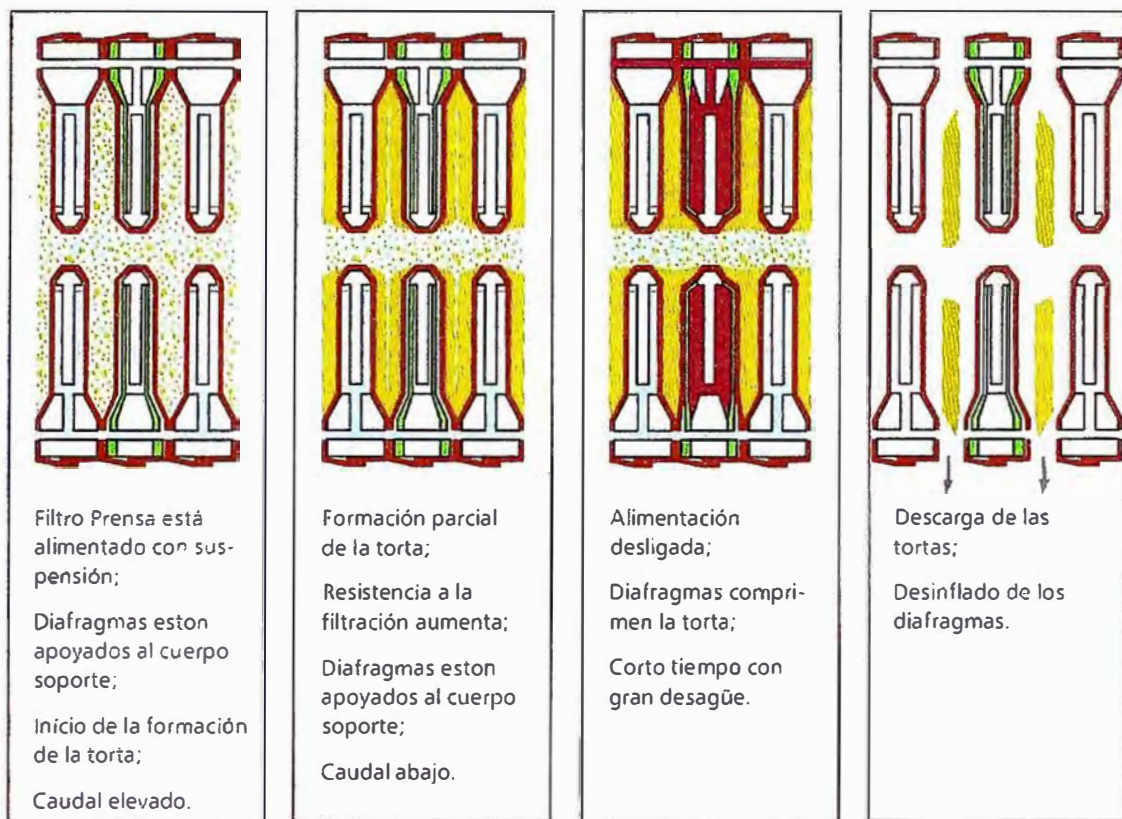


Figura 13. Funcionamiento de la placa tipo Diafragma

Una regla práctica es que la presión de hinchamiento de las placas puede ser el doble de la presión de alimentación, la máxima presión de diseño del filtro prensa o la presión de hinchamiento o escurrido.



Figura 14. Filtro Prensa Horizontal automático tipo Diafragma - Serie Sanitaria

3.2.2 Tecnología de la placa tipo Diafragma (membrana)

Las placas tipo diafragma consta de 2 placas flexibles impermeables, con canal de alimentación en la esquina (Figura 15.) o en el centro.

El ancho de la membrana es de 3 a 4 mm. dependiendo del tamaño de la placa para asegurar la durabilidad de la membrana.

El agujero de alimentación de esquina está localizado en el área más estable, en el marco de la placa y no en el área de movimiento de la membrana.

El diseño permite que la parte central de la placa esté inflada como una vejiga con aire comprimido o agua desde 3 a 12 mm., según permita la compresión de la torta.

Pueden venir placas filtrantes preparadas para trabajar con presiones de filtración 5 y 8 Bar, y presiones de hinchamiento de 16 a 30 Bar, con alimentación central o de esquina, con descarga abierta o cerrada, con diseño de cuello de barril o con ojales, de forma cuadrada o rectangular, con dimensiones que van desde 470 mm. hasta 2000 mm., para sistemas de lavado o de solo filtración, para tela sellada o empaquetada, con cavidades de 30 a 50 mm. para la formación de las tortas antes del exprimido. El material de construcción del cuerpo de la placa puede ser de polipropileno homopolímero gris o natural, polipropileno copolímero gris o natural, polipropileno antiestática, polipropileno estabilizado al cobre gris (también al cobalto y al magnesio); el material de construcción del diafragma (membrana) puede ser de polipropileno, elastómero termoplástico (PTE), goma-nitril-butadieno (NBR), goma-dieno-propileno-etileno (EPDM), fluoruro de polivinildieno natural (PVDF), Goma fluorada.

Normalmente el material de construcción del cuerpo y el diafragma de la placa es de polipropileno homopolímero gris. Las ventajas adicionales del material del diafragma TPE frente al polipropileno son las siguientes:

- Propiedades mecánicas excelentes en el campo de temperaturas entre 40 °C bajo cero y 120 °C sobre cero.
- Resistente frente a metales pesados.

Las ventajas adicionales del material del diafragma EPDM y NBR frente al polipropileno son las siguientes:

- Posee mayor elasticidad.

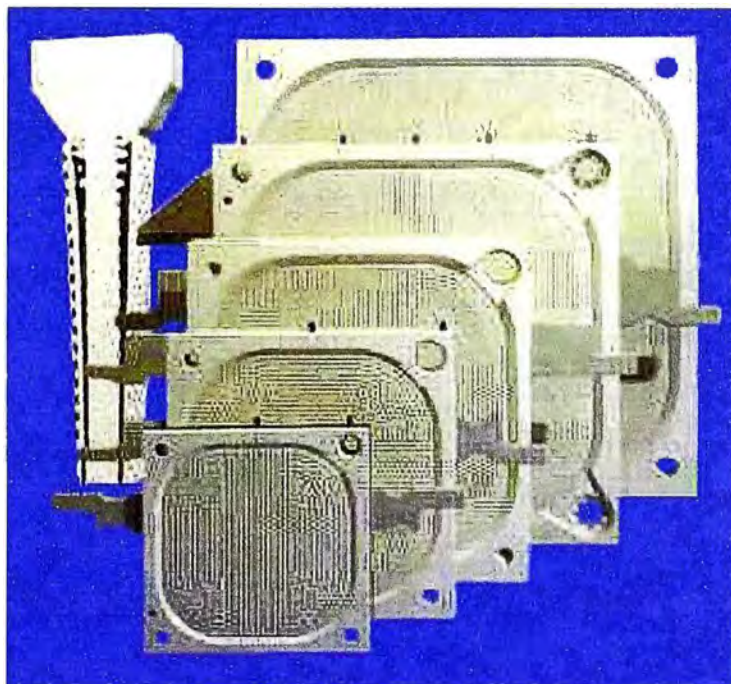


Figura 15. Placa filtrante tipo Diafragma con canal de alimentación en la esquina.

El diseño especial de las placas, junto con su correcto uso garantiza una larga duración y servicio. La durabilidad depende de la vida operacional, uso y mantenimiento que le da el operador, debiéndose tener los mismos cuidados que las placas tipo Cámara Recesada.

Existen tres diseños de placas tipo diafragma y son:

1. Diseño estándar Soldado Fijo.- Está fabricado con una placa de cuerpo central y dos secciones de membrana moldeadas, soldadas a cada lado del cuerpo para formar la placa filtrante.

La membrana tiene dos líneas con bisagras definidas: una para la fase de filtración y otra para la fase de exprimido. (Figura 16.).

Muchos procesos de filtración difieren en los contenidos sólidos y en las características de filtración que puede causar el riesgo de llenado sin control de la cámara. Este llenado sin control de la cámara durante la etapa de filtración puede iniciar el llenado insuficiente de la cámara o cámaras vacías. Consecuentemente, el riesgo de daño para la membrana es posible. Como guía, el espesor de la torta debe ser idealmente $2/3$ del espesor original de la cámara, pero nunca menos de $2/3$ del espesor original de la cámara de diafragma estándar como en este caso.

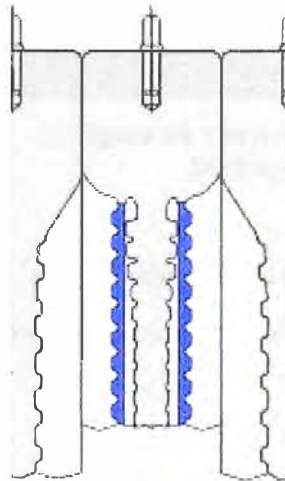


Figura 16.

El diseño de placas filtrantes tipo Diafragma “Cámara Vacía” fue el siguiente avance revolucionario en la tecnología de placa filtrante de polipropileno.

2. Diseño de la Cámara Vacía - Soldado Fijo.- El objetivo del diseño de la “Cámara Vacía” fue el de prevenir el riesgo de fallas prematuras de la membrana, además de permitir el exprimido dentro de una cámara no tan llena o vacía, sin dañar a la membrana.

El diseño de “Cámara Vacía” fue desarrollado para que la membrana fuera adecuadamente apoyada no solo durante la fase de llenado sino también durante el exprimido dentro de la cámara vacía. El diseño evita un excesivo hinchamiento y consecuentemente evita el daño a la membrana (Figura 17 y 18).

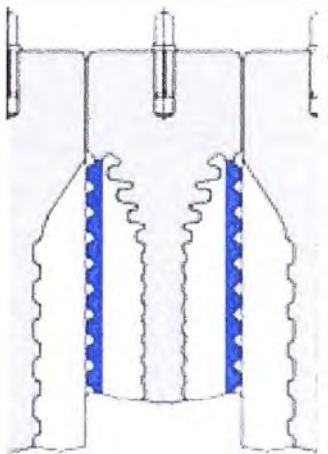


Figura 17.

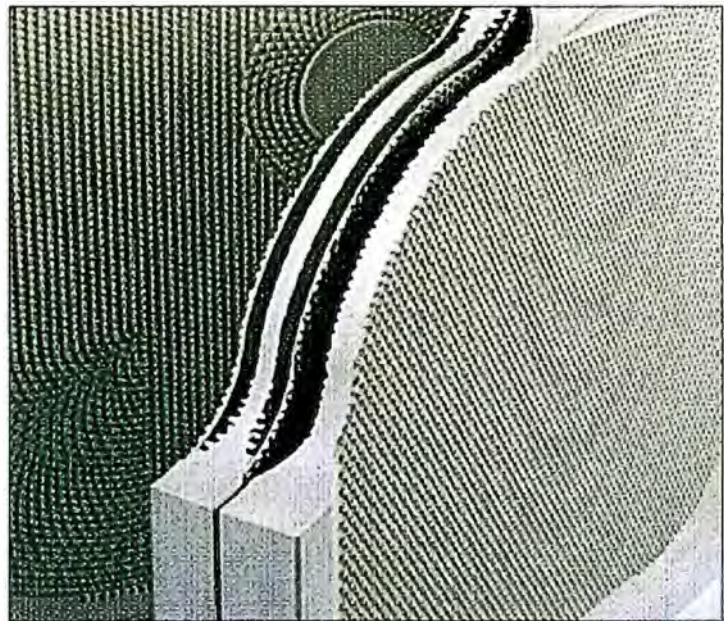


Figura 18. Corte transversal de una placa tipo Diafragma con cámara vacía.

3. Membrana reemplazable con diseño de cámara vacía.- El diseño de Membrana reemplazable con diseño de cámara vacía es el último desarrollo en las placas tipo diafragma.

Las membranas reemplazables son instaladas fácilmente al cuerpo de la placa, con anillos de retención de acero inoxidable y un sujetador para la parte superior e inferior de la placa (Ver Figura 19). La Membrana Reemplazable tiene una fortaleza específica en el área del marco para poder resistir la presión de cerrado del filtro prensa, pudiendo ser usada en cualquier aplicación donde se requiere tasas de presión de exprimido y alta filtración (hasta 32 Bar).

La ventaja frente a los demás tipos de placas tipo diafragma es que la membrana puede ser fácilmente reemplazable en pocos minutos, incluso después de años de operación, sin sacar la placa fuera del Filtro Prensa.

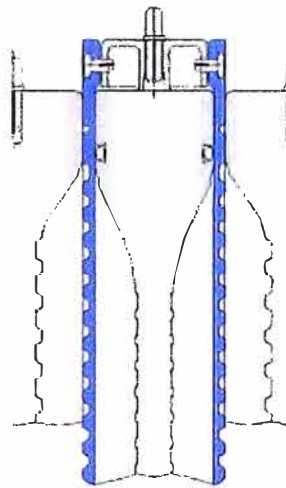


Figura 19.

3.3 Comparación de rendimiento del Filtro Prensa tipo diafragma vs. Filtro Prensa tipo Cámara Recesada frente a un caso real.

El siguiente estudio apoya los beneficios de la técnica de filtración con Filtros Prensa usando placas tipo Diafragma y placas tipo Cámara Recesada para los procesos de tratamiento de lodos de aguas residuales municipales.

Descripción del proceso

Tratamiento Primario.- El primer paso en las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales es la remoción de objetos grandes, arena y grava. Estos sólidos son recolectados normalmente a través de rejillas y llevados al relleno sanitario sin tratamiento adicional.

El siguiente paso es la “Clarificación Primaria”. el efluente es retenido en el clarificador primario 1 a 10 horas permitiendo que los sólidos inorgánicos y

biológicos se asienten en el fondo y estos a su vez, sean removidos con un contenido de sólido seco 1% a 2%. en peso. Este material es llamado como “Fango Primario”.

Algunas veces, las bacterias son introducidas en el clarificador primario a partir de un procedimiento consecuente, que comienza a asimilar los nutrientes naturales en el arroyo de desperdicio. La mayoría de los sistemas tratan el Fango Primario como parte del sistema de tratamiento de fango. La clarificación primaria remueve típicamente aproximadamente el 70 % DBO y sólidos totales disueltos. Algunas plantas municipales solo tienen tratamiento primario y el efluente a partir del clarificador primario es tratado mayormente con cloro para matar las bacterias y luego descargarlo a una vía de navegación fluvial.

Tratamiento Secundario.- La mayoría de los sistemas incluyen tratamiento secundario. En este caso, el efluente de los clarificadores primarios es enviado a las pozas de oxigenación. El propósito de las pozas de oxigenación es introducir oxígeno (aire) al ambiente rico en bacterias y suministrar suficiente tiempo para que las bacterias asimilen los nutrientes de polución. El líquido después de la oxigenación se llama “licor mezclado” y puede contener aproximadamente 5000 mg / l sólidos totales disueltos, en la forma de bacteria. El licor mezclado es enviado al “clarificador secundario”.

El clarificador secundario proporciona una zona de reposo y tiempo de retención suficiente para permitir que los sólidos se asienten y el efluente sea típicamente 90 % libre del DBO original. En una planta de tratamiento secundario, este efluente sería expuesto típicamente a una cámara de ozono, o sería mezclado con cloro para matar las bacterias y luego descargarlo.

Una porción del fango rico en bacterias proveniente del clarificador secundario es enviado de regreso al clarificador primario y/o a la poza de oxigenación para “sembrar” las colonias de bacteria. Esta porción de fango secundario se llama

Fango Activado de Retorno. La porción restante del fango proveniente del clarificador secundario, se llama *Fango Activado de Desperdicio* y es tratado en el sistema de tratamiento de fango.

Tratamiento del Fango.- En áreas donde la energía es considerada como un recurso caro, los sistemas de tratamiento municipal pueden incluir procesos de digestión de fango anaeróbicos como parte del sistema de tratamiento del fango. En tales sistemas, el Fango Primario y el Fango Activado de Desperdicio son combinados en un ambiente privado de oxígeno. La bacteria anaeróbica asimila los nutrientes disponibles y en el proceso biológico despiden gas metano y calor. El proceso de digestión anaeróbico completo normalmente toma entre 20 y 30 días. Durante este tiempo, el gas metano puede ser recolectado y usado en el sitio para proporcionar combustible a los generadores eléctricos y proporcionar una fuente de calor para la planta.

Siguiendo los procesos anaeróbicos de digestión, el fango puede ser enviado a un espesante mecánico antes de su deshidratación. Debido a los peligros relacionados con la producción de metano en la digestión anaeróbica, en algunas áreas, la digestión del fango es llevado a cabo en una condición aeróbica. En tales casos es posible que el fango del clarificador primario sea enviado al espesante primario para su concentración. Los polímeros u otros coagulantes son usados en el espesante primario para ayudar en el asentamiento de sólidos. El Fango Activado de Desperdicio del clarificador secundario puede ser concentrado en un espesante de fango secundario. Debido a la naturaleza biológica del Fango Activado de Desperdicio, el espesante, puede ser un espesante de flotación. En tal caso, el aire y el polímero puede ser inyectado en el fango antes de que el espesante de flotación ayude en la concentración de los sólidos.

En los sistemas de tratamiento que no utilizan digestión anaeróbica, el Fango Primario y el Fango Activado de Desperdicio son combinados en porciones variantes para luego deshidratarlos. En este punto, en los sistemas aeróbicos y

anaeróbicos, los procesos biológicos son esencialmente completos y el fango debe ser ahora físicamente separado en una fracción de sólido para la eliminación y una fracción de líquido para reciclar para el sistema primario.

Deshidratación del fango.- El Fango Primario y el Fango Activado de Desperdicio, luego de un pre – condicionamiento químico con coagulantes y floculantes, está listo para ser deshidratado.

Tomamos la muestra ya condicionada y preparamos la siguiente Ficha de Ensayo antes de comenzar la filtración con Filtros Prensa:

FICHA DE ENSAYO

Sector	: Industrial
Departamento	: Aguas Residuales Municipales
Producto tratado	: Lodos de Aguas Residuales Municipales
Motivo del ensayo	: Comparación de rendimiento de Filtro Prensa Horizontal con placas tipo Diafragma y placas tipo Cámara Recesada

01	DATOS DE PARTIDA: OPERACIÓN Y EQUIPO		
	Fecha de pruebas	22 /06/04	22/06/04
	Equipo	Filtro prensa Horizontal	Filtro prensa Horizontal
	Prueba	1	2
	Nro. Placas	4	4
	Ubicación del canal de alimentación	Central	Central
	Tipo de placas	<u>Cámara recesada</u>	<u>Diafragma</u>
	Formato de las placas	Placas filtrantes de forma cuadrada	Placas filtrantes de forma cuadrada
	Tamaño de placas (mm.)	470	470
	Ejecución	Cerrada	Cerrada
	Material de construcción de las placas	Polipropileno homopolímero gris	Polipropileno homopolímero gris
	Material de construcción del diafragma	-	Elastómero termoplástico
	Espesor de las placas intermedias (mm)	52	62
	Espesor de las placas cabezal/final (mm)	49.5	62
	Espesor del diafragma (mm)	-	2
	Espesor de la torta (mm)	30	30
	Presión de filtración (Bar)	16	5
	Presión de escurrido o hinchamiento de los diafragmas	-	16
	Superficie de filtración (m ²)	0.341	0.301
	Volumen de la cámara (l)	3.780	3.760
	Presión de diseño del filtro prensa (Bar)	15	15
	Tipo de medio filtrante	Tela filtrante de polipropileno Mono/Multifilameto	Tela filtrante de polipropileno Mono/Multifilamento
02	ALIMENTACION		
	Tipo de bomba de alimentación	Desplazamiento positivo tipo Tornillo helicoidal marca Nemo-Netzsch	Desplazamiento positivo tipo Tornillo helicoidal marca Nemo-Netzsch

		modelo 4NE15A	modelo 4NE15A
	Presión de trabajo (Bar)	1 a 9	1 a 2
	Caudal de alimentación (l/m)	18.93	18.93
	Tipo de suspensión	Lodos de aguas residuales municipales	Lodos de aguas residuales municipales
	Contenido de sólidos (g/l)	218	218
	Densidad (g/ml.)	1.24	1.24
	pH	7.0	7.0
	Temperatura	25 °C	25 °C
03	RESULTADOS DE LA FILTRACION: FILTRADO		
	Volumen recuperado	11.4	11.8
	Tiempo de filtración (s)	870	339
	Contenido de sólidos (g/l)	0	0
	pH	7.0	7.0
	Calidad del filtrado	Drenaje turbio al inicio pero se estabiliza rápidamente (25 primeros segundos) para ser de aspecto claro durante todo el proceso de filtración.	Drenaje turbio al inicio pero se estabiliza rápidamente (25 primeros segundos) para ser de aspecto claro durante todo el proceso de filtración.
04	SOPLADO DE CANAL CENTRAL		
	Tiempo de soplado (s)	30	30
	Volumen suspensión luego del soplado (l)	0.2	0.25
05	PRESURIZACION		
	Presión de alimentación de agua a los diafragmas (Bar)	-	0 a15
	Tiempo de presurización (s)	-	271
	Volumen de filtrado recuperado (l)	-	2.9

06	TORTA DE FILTRACION		
	Porcentaje de sólidos	33	46
	Espesor de la media torta (mm)	15	10
	Espesor de la torta total (mm)	30	20
	Textura de la torta	Torta bien formada, de forma compacta, de fácil desprendimiento del medio filtrante.	Torta bien formada, de forma compacta, de fácil desprendimiento del medio filtrante.
07	TIEMPO DE CICLO DE FILTRACION		
	Tiempo de filtración (s)	870	290
	Tiempo soplado de canal central (s)	30	30
	Tiempo de presurización (s)	-	271
	Tiempo de descarga de torta (s)	140	130
	Tiempo de despresurización de los diafragmas (s)	-	15
	Tiempo de cerrado del Filtro Prensa (s)	40	40
	Tiempo del ciclo de filtración (s)	1080	776
08	COMPORTAMIENTO DEL MEDIO FILTRANTE		
	Resultado	No presenta incrustación, deja desprender fácilmente a la torta de filtración.	No presenta incrustación, deja desprender fácilmente a la torta de filtración.

TABLA DE RESULTADOS DE PRUEBAS DE FILTRACION

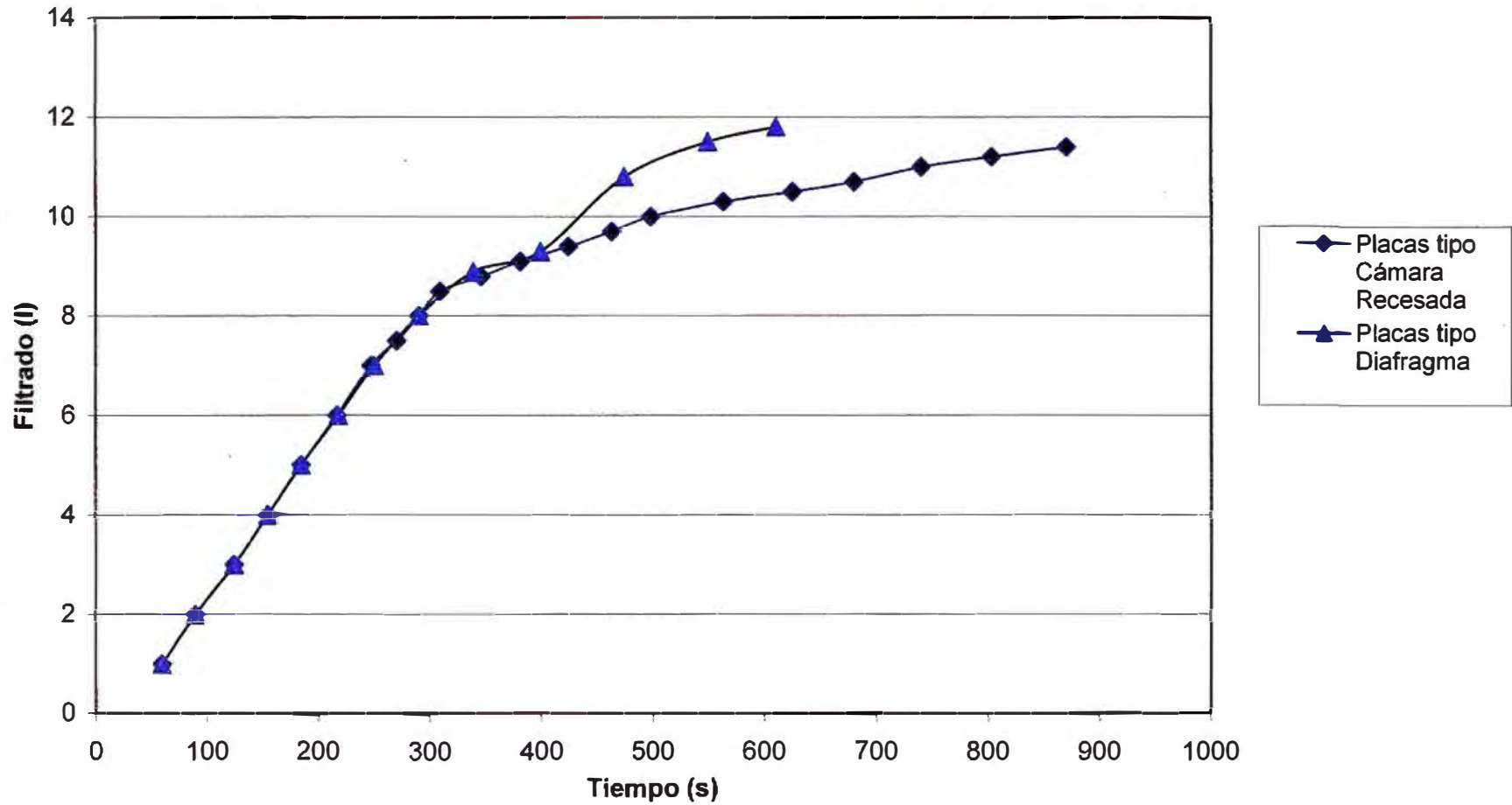
Placa tipo Cámara Recesada Prueba 1			Placa tipo Diafragma Prueba 2		
Tiempo (s)	Volumen del filtrado (l)	Presión de filtración (Bar)	Tiempo (s)	Volumen de filtrado (l)	Presión de filtración (Bar)
60	1.0	1	60	1.0	1
90	2.0	1	90	2.0	1
125	3.0	1	125	3.0	1
155	4.0	1	155	4.0	1
185	5.0	1	185	5.0	1
217	6.0	1	218	6.0	1
247	7.0	2	250	7.0	2
270	7.5	2	290	8.0	2
290	8.0	2	339	8.9	0*
309	8.5	2	399	9.3	9*
346	8.8	4	474	10.8	12*
381	9.1	4	549	11.5	14*
424	9.4	4	610	11.8	15*
463	9.7	4			
498	10.0	4			
563	10.3	4			
625	10.5	4			
680	10.7	4			
740	11.0	4			
803	11.2	4			
870	11.4	9			

*Presión que registra el manómetro de los diafragmas en la etapa de presurización.

**CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE
FILTRACION**

Placa filtrante	% Sólidos en la torta	Tiempo de ciclo de filtración (s)	Presión de filtración (Bar)
Cámara recesada	33	1080	4
Diafragma	46	776	2 15 (presurización)

CAPACIDAD DE FILTRACION DE UN FILTRO PRENSA HORIZONTAL CON PLACAS TIPO DIAFRAGMA VS. PLACAS TIPO CAMARA RECESADA



3.4 Ventajas técnicas de la filtración con placas tipo Diafragma

Las dos técnicas de filtración de un Filtro Prensa Horizontal con placas tipo cámara recesada y placas tipo diafragma difieren en un punto importante:

La torta final después de haber extraído la fase líquida, es resultado de un exprimido mecánico por medio de las placas tipo Diafragma, obteniéndose:

- Tiempos de ciclo de filtración reducido.
- Porcentaje de sólidos secos incrementados en la torta.
- Capacidad mejorada del lavado de la torta (si fuese el caso).

Tiempos de Ciclo de Filtración reducido.- La ventaja significativa utilizando placas tipo diafragma, es que la capacidad de filtración es conducida únicamente por la etapa eficiente de ciclo de filtración. En nuestra experiencia, tanto para la prueba de filtración 1 y 2, llegamos a la etapa eficiente del ciclo de filtración a los 290 segundos de iniciada la filtración, con un volumen de filtrado de 8 litros, debido que a partir de este punto los volúmenes de filtrado son muy reducidos, la torta está formada en su totalidad, siendo alta la resistencia a la filtración (4 Bar), luego, la etapa ineficiente del ciclo de filtración, es reemplazado por el exprimido de las tortas con los diafragmas.

Porcentaje de sólidos secos incrementados en la torta.- Cuando se exprime la torta con placas tipo diafragma, la porosidad disminuye para que ocurra la deshidratación adicional de la misma. La técnica de exprimido de la torta con placas tipo diafragma dió como resultado una torta más seca con contenido de sólido de 40% mayor que las placas filtrantes tipo Cámara Recesada de volumen fijo.

El resultado fue la formación de una torta más firme y compacta de fácil desprendimiento en la tela y mejor transportable.

Capacidad mejorada de lavado de la torta (si fuese el caso).- El lavado de la torta después de la filtración es un requerimiento importante en muchas aplicaciones de filtración.

El líquido de lavado, tiende a seguir caminos preferenciales formando cortocircuitos sin acceso a determinadas partes de la torta. Si la torta es menos densa en unas partes que en otras, como ocurre habitualmente con placas tipo cámara recesada, la mayor parte del líquido de lavado no será efectivo. Los resultados de lavado de la torta son optimizados con un exprimido previo de la torta antes de que haya sido iniciado el ciclo de lavado con placas tipo diafragma, pues, el paso del exprimido previo asegura, una torta homogénea, uniforme y sin fisuras, que proporcionará una eficiencia óptima de lavado, en términos de desplazamiento / remoción de impurezas y consumo del líquido de lavado.

IV. CONCLUSIONES

1. Utilizando placas filtrantes tipo diafragma, en lugar de placas filtrantes tipo cámara recesada en el proceso de filtración con filtro prensa horizontal en el tratamiento de lodos de aguas residuales municipales, se redujo el tiempo de ciclo de filtración en un 39.18%, por el hinchamiento de los diafragmas, que exprimieron a la torta filtrante.
2. La técnica de exprimido de la torta con placas tipo diafragma dió como resultado una torta más seca con contenido de sólidos de 40% mayor que las placas filtrantes tipo Cámara Recesada de volumen fijo, incrementándose la rigidez de la torta, aminorando la adherencia de la torta al medio filtrante y mejorando su liberación y descarga, el resultado fue tiempos de descarga de torta más cortos.
3. El resultado de tortas de filtración más compactas y secas, redujo los costos y problemas de transporte.
4. La técnica de exprimido de torta con placas tipo diafragma, aseguró una torta homogénea, uniforme y sin fisuras, características claves cuando se requiere lavados de tortas.
5. El exprimido de las tortas con placas tipo diafragma, eliminó el hasta ahora necesario soplar las tortas con aire comprimido, para disminuir el porcentaje de humedad.
6. Con la técnica de filtración con placas tipo diafragma se obtuvo una máxima recuperación del filtrado reduciendo las pérdidas del producto.

7. Al filtrar con placas tipo diafragma se elimina las altas presiones de filtración que fueron necesarias para completar el ciclo de filtración con Filtros Prensa tipo Cámara Recesada.

8. La aplicación de placas tipo diafragma es ventajoso cuando se requiere las mejores condiciones para la perfecta automatización del filtro prensa como: Fácil desprendimiento de la torta, ciclos cortos de filtración y eficiente lavado de las tortas.

V. RECOMENDACIONES

1. Verificar que no haya impurezas en los bordes de sellado de las placas y telas filtrantes que impidan la hermeticidad en el filtro prensa.
2. Las telas filtrantes deben estar correctamente alineadas a las placas filtrantes, la tela no debe presentar arrugas en los bordes de sellado.
3. Revisar constantemente la calidad del filtrado para encontrar requerimientos de estándares de operación del filtro prensa.
4. Se recomienda hacer la primera corrida experimental con placas tipo cámara recesada para determinar el punto final de la etapa eficiente del ciclo de filtración y tomar como referencia para la prueba 2 con placas tipo diafragma.
5. Se recomienda soplar el canal de alimentación de la suspensión con aire comprimido con el fin de remover la suspensión remanente o por posibles depósitos de torta y remover el filtrado restante en las superficies de la torta y canales de descarga.
6. Nunca debe usarse telas filtrantes con diferente permeabilidad, causan presiones diferenciales en las placas y pueden quebrarlas.
7. Al reemplazar el juego de telas filtrantes en un filtro prensa, es recomendable cambiar todas las telas al mismo tiempo para evitar presiones diferenciales entre las placas.
8. Las telas filtrantes deben ser limpiadas rutinariamente para que no pierdan permeabilidad.

9. Revisar constantemente las telas filtrantes por agujeros.

10. Al finalizar el proceso de filtración, las placas deben ser limpiadas inmediatamente luego de hacerse una inspección visual. Las telas filtrantes deben ser retiradas del filtro prensa y lavadas al momento, luego secarlas a la intemperie sin exposición al sol.

VI. BIBLIOGRAFIA

- McCabe L., Smith J., Harriott P., “Operaciones unitarias en Ingeniería Química”, 4ta. Edición, Editorial McGraw-Hill, Madrid, 1991, páginas: 997 al 1015.
- Gonzáles del Tango J. “Separaciones mecánicas: Tamización, filtración, centrifugación.”, 2da. Edición, Editorial Dossat S.A. planta Sta. Ana, Madrid, 1975, páginas: 27 al 56, 108 al 114, 183 al 208.
- Bennet C., Myers J., “Transferencia de Cantidad de Movimiento Calor y Materia”, 2da. Edición, Editorial Reverté S.A. Encarnación, Barcelona (24), 1976, páginas: 253 al 273.
- Klinkau GMBH + Co. (Fabricación y ventas de Placas Filtrantes para Filtros Prensa)
Dirección: Raiffeisenstrasse 6
87616 Marktoberdorf
Alemania
www.klinkau.de
- TEFSA – Técnicas de Filtración S.A. Ingeniería y construcciones
Dirección: Joseph Argemí, 56-61
08950 Esplugues de Llobregat – Barcelona, España
www.gruptefsa.com

VIII. ANEXOS

Resistance to chemicals and other media

®Hostalen and ®Hostalen PP, the polyolefins produced by Hoechst AG, have exceptionally high resistance to chemicals and other media because of their non-polar structure. They are resistant to aqueous solutions of salts, to non-oxidizing acids¹⁾ and alkalis.

Up to 60 °C, Hostalen and Hostalen PP are resistant to many solvents but are swollen by aromatic and halogenated hydrocarbons and certain oils, fats and waxes. Up to ≈ 30 °C, this swelling is only slight.

Hostalen and Hostalen PP have limited or no resistance to strong oxidizing agents such as nitric acid, ozone, fuming sulphuric acid, hydrogen peroxide or halogen. Further details are available on request.

Internal stresses introduced during manufacture, external stresses due to applied load and high temperatures may greatly reduce chemical resistance in a given environment. The interaction of mechanical stress and detergent solutions or other wetting agents can lead to stress cracking, particularly with Hostalen.

Hostalen PP grades whose codes start with 21, 22, 41, 42, 52 or 54 have remarkably good long-term resistance to solutions of the normal, commercially available detergents at temperatures up to 100 °C under mechanical load.

The heat ageing resistance of Hostalen PP is affected by copper, manganese and cobalt, particularly if the polymer melt comes in contact with these metals. Inserts should therefore be made of light metal or be chromium- or nickel-plated. In trials lasting more than ten years with pipes made from Hostalen PPH 2250 and Hostalen PPH 2222, no adverse effect with brass screw fittings has been detected at temperatures below 100 °C.

Where Hostalen and Hostalen PP are to be used for packaging substances containing solvents or with a strong odour (e. g. perfume), the possibility of migration (permeation) of the solvent or perfuming substance with consequent weight loss of the contents after prolonged storage must be taken into account.

¹⁾ Strong acids can cause shade changes, particularly in coloured material

²⁾ in accordance with RM 001 (sea transport)
GGVE/RID, Appendix V (railway transport)
GGVS/ADR, Appendix A 5 (road transport)

® = registered trademark

Design testing

The results of numerous chemical resistance trials are shown in the following table which gives information on changes observed due to the effect of the substances tested. This does not however obviate the need to check the chemical resistance²⁾ of the particular finished article under the specific service conditions as part of overall design testing, e. g. of drums for the transport of dangerous substances. The data quoted are not necessarily valid for all applications. The polymer testing department of Hoechst AG is an officially approved centre for the design testing of containers for the transport of dangerous goods.

Table

Plastic test specimens were immersed for 60 days in the test substance without mechanical stress and then tested for swelling, weight loss and tensile properties.

Test specimen: 50 mm × 25 mm × 1 mm and test specimen 3 according to DIN 53 455, with dimensions in the ratio 1 : 4, both taken from compression moulded sheet.

Explanation of symbols

+ ⇒ resistant	swelling < 3% or weight loss < 0.5%, elongation at break not substantially altered
/ — limited resistance	swelling 3–8% or weight loss 0.5–5% and/or elongation at break reduced by < 50%
– ⇒ not resistant	swelling > 8% or weight loss > 5% and/or elongation at break reduced by > 50%

D = discoloration possible

* or boiling point

** does not apply to welded joints (including joints produced by thermal bending); information available from us or the semi-finished product manufacturer

Table: Resistance to chemicals and other media

Substance	Concentration	Behaviour of Hostalen at		Behaviour of Hostalen PP at		
		20°C	60°C	20°C	60°C	100°C
Acetaldehyde	techn. grade	+	/	/		
Acetaldehyde, aqueous	any	+	/	+	+	
Acetaldehyde + acetic acid	90:10	+				
Acetamide		+	+	+	+	
Acetic acid	100%	+	/D	+	/D	-
Acetic acid, aqueous	70%	+	+	+	+	+
Acetic anhydride	techn. grade	+	/D	+	/D	-
Acetoacetic acid		+				
Acetone	techn. grade	+	+*	+	+*	
Acetophenone		+		+	/	
Acetylene		+				
Acids, aromatic		+	+	+	+	
*Acronal dispersions	as supplied commercially	+	/			
Acrylonitrile	techn. grade	+	+	+		
Adipic acid, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Adipic ester		+	/			
Air	techn. grade	+	+	+	+	+
*Aktivin (chloramine, aqueous 1%)		+	+			
Allyl acetate		+	+to/			
Allyl alcohol (2-propenol-1)	96%	+	+	+	+	
Allyl chloride		/	--			
Aluminium chloride, aqueous	any	+	+	+	+	+
Aluminium chloride, solid		+	+	+	+	
Aluminium fluoride	conc.	+	+			
Aluminium hydroxide		+	+	+	+	
Aluminium metaphosphate		+	+	+	+	
Aluminium sulphate, aqueous	saturated	+	+	+	+	+
Aluminium sulphate, solid		+	+	+	+	
Alum, aqueous	any	+	+	+	+	
Amino acids		+	+	+	+	
2-aminoethanol (ethanolamine)	techn. grade	+		+		
Ammonia, gaseous		+	+	+	+	
Ammonia, liquid		+		+		
Ammonia water	any	+		+		
Ammonium acetate, aqueous	any	+	+	+	+	+
Ammonium carbonate, aqueous	any	+	+	+	+	+
Ammonium chloride, aqueous	any	+	+	+	+	+
Ammonium fluoride, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Ammonium hydrogen carbonate, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Ammonium hydroxide, aqueous	any	+	+	+	+	
Ammonium metaphosphate		+	+	+	+	
Ammonium nitrate, aqueous	any	+	+	+	+	+
Ammonium phosphate, aqueous	any	+	+	+	+	+
Ammonium sulphate, aqueous	any	+	+	+	+	+
Ammonium sulphide, aqueous	any	+	+	+	+	
Ammonium thio vanate		+	+	+	+	
Anyl acetate	techn. grade	+	+	/		
Anyl alcohol (C ₆ alcohol)	techn. grade	+	+	+	+	+
Anyl chloride	100%	/				
Anyl phthalate		+	/			
Aniline	any	+	+	+	+	
Aniline hydrochloride, aqueous	any	+	+	+	+	
Animal oils		+	/	+	/	
Anisced		/	/to-	/	/	
Anisced oil		/	-			

Table: Resistance to chemicals and other media

Substance	Concentration	Behaviour of Hostalen at		Behaviour of Hostalen PP at		
		20°C	60°C	20°C	60°C	100°C
Anon (cyclohexanone)		+	/	+	/	
Anthraquinone sulphonic acid, aqueous (susp.)		+	+	+		
Antifreeze (automotive)	as supplied commercially	+	+	+	+	+
Antimony chloride, anhydrous		+	+	+	+	
Antimony pentachloride		+	+	+	+	
Antimony trichloride		+	+	+	+	
Aqua regia (HCl + HNO ₃)		-		-	-	
Aromatic oils		/	-	/	-	
Arsenic acid, aqueous	any	+	+	+	+	
Arsenic acid anhydride		+	+	+	+	
Ascorbic acid		+	+	+	+	
Asphalt		+	/D	+	/D	
°Aspirin		+		+		
Barium hydroxide, aqueous	any	+	+	+	+	
Barium salts, aqueous	any	+	+	+	+	+
Battery acid		+	+	+	+	
Beater glue (animal glue)	as supplied commercially	+	+	+	+	
Beef tallow		+	+to/	+	+	
Beer		+	+	+	+	
Beer sugar colouring	as supplied commercially	+	+	+	+	
Bee-wax		-	/to-	+	/to-	
Benzaldehyde, aqueous	any	+	+to/	+		
Benzaldehyde in isopropyl alcohol	1%	+	+			
Benzene	techn. grade	+	-	/	-	
Benzene sulphonic acid		-	+	+	+	
Benzoic acid, aqueous	any	+	+	+	+	+
Benzoyl chloride		/	/	/		
Benzyl alcohol		+	+	+	+	
Benzyl chloride		/		/		
Bichromate sulphuric acid	com.	-		-		
Bismuth salts		+	+	+		
Bisulphite liquor		+	+	+	+	
Bismen		+	/D	+	/D	
Bleaching solution containing 12.5% active chlorine**		/	-	/	/	
Bone oil		+	+	+	+	
Borax (sodium tetraborate), aqueous	saturated	+	+	+	+	+
Boric acid, aqueous	any	+	+	+	+	+
Boron trifluoride		+	+to/			
Brake fluid		+	+	+	+	
Brandy		+	+	+	+	
Bromic acid	com.	-		/		
Bromine, liquid	100%	-		-		
Bromine vapours		-		-		
Bromine water	cold saturated	+		/		
1,3 butadiene, gaseous	techn. grade	/	-	/	-	
Butanediol, aqueous	any	+	+	+	+	
Butanetriol, aqueous	any	+	+	+	+	
Butane, gaseous		+	+	+	+	
Butanol, aqueous	any	+	+	+	+	
Butanone		+	/to-	+	/	
2-Butenediol-1,4	techn. grade	+		+	+	
2-Butynediol-1,4	techn. grade	+		+		
°Butoxyl (methoxybutylacetate)		+	/	+		
Butter		+		+	+	

Table: Resistance to chemicals and other media

Substance	Concentration	Behaviour of Hostalen at		Behaviour of Hostalen PP at		
		20°C	60°C	20°C	60°C	100°C
Butylene glycol	techn. grade	+	+	+		
Butylene (butene), liquid	techn. grade			/		
Butyl acetate	techn. grade	+	/	/	-	
Butyl acrylate		+	/	+		
Butyl alcohol		+	+	+		
Butyl benzyl phthalate		+	+			
Butyl phenol	techn. grade	+	+	+		
Butyl phenone	techn. grade	-		-		
Butyl phthalate (dibutyl phthalate)	techn. grade	+	/	+	/	
Butyric acid, aqueous	any	+	/	+		
Calcium carbide		+	+	+	+	
Calcium carbonate		+	+	+	+	+
Calcium chlorate, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Calcium chloride, aqueous	saturated	+	+	+	+	+
Calcium hydroxide		+	+	+	+	
Calcium hypochlorite, aqueous (suspension)	any	+	+	+	+	
Calcium nitrate, aqueous	50%	+	+	+	+	
Calcium oxide (powder)		+	+	+	+	
Calcium phosphate		+	+	+	+	
Calcium sulphate		+	+	+	+	
Calcium sulphide, aqueous	≥ 10%	/	/			
Camphor		+	/	+		
Camphor oil						
Cane sugar, aqueous	any	+	+	+	+	
Carbazole		+	+	+	+	
Carbolic acid (phenol)		+	DD	+	DD	
Carbolinum	as supplied commercially	+		+		
Carbolinum, aqueous (for fruit trees)		DD	DD	DD	DD	
Carbonic acid, aqueous	any	+	+	+	+	
Carbonic acid, dry	100%	+	+	+	+	
Carbon dioxide	100%	+	+	+	+	
Carbon disulphide		/		/		
Carbon monoxide, gaseous	techn. grade	+	+			
Castor oil		+	+	+	+	
Caustic soda solution	any	+	+	+	+	+
Cetyl alcohol (hexadecanol)		+	+	+	+	
Chloral hydrate, aqueous	any	+	DD	/		
Chloral (trichloroacetaldehyde)	techn. grade	+	+	+	+	
Chloramine, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Chloric acid, aqueous	1%	+	+	+	/	
Chloric acid, aqueous	10%	+	+	+	/	
Chloric acid, aqueous	20%	+	+	+	-	
Chlorinated lime		+	+	+	+	
Chlorine, aqueous solution (chlorine water)	saturated	+	/	/	-	
Chlorine, gaseous, dry		/				
Chlorine, gaseous, moist		/				
Chlorine, liquid						
Chlorine bleaching solution with 12.5% active chlorine ⁸²		/		/	/	
Chloroacetic acid, aqueous	≥ 85%	+	+	+	+	
Chloroacetic acid (mono), aqueous	any	+	+	+	+	
Chlorobenzene		/	-	/	-	
Chloroformic acid ester		+	/			
Chloroform	techn. grade	/to-	-	/	-	
Chloropicrin		+to/	-			

Table: Resistance to chemicals and other media

Substance	Concentration	Behaviour of Hostalen at		Behaviour of Hostalen PP at		
		20°C	60°C	20°C	60°C	100°C
Chlorosulphonic acid	techn. grade	-		-		
Chrome alum (potassium chromic sulphate), aqueous	saturated	+	+	+	+	
Chrome anode slime		+	+	+		
Chrome salts, aqueous	any	+	+	+	+	
Chromic acid, aqueous**	50%	/	--D	/D	/D	
Chromium trioxide, aqueous**	50%	/	-D	/D	/D	
Chromosulphuric acid		-		-		
Cider		+	+	+	+	
Citric acid, aqueous	saturated	+	+	+	+	+
Citrus fruit juices		+	+	+	+	
Clophen A50 and A60		+	/to-	+	/	-
Coal tar oil		+D	/D	+D		
Coconut oil		+		+		
Coconut oil alcohol	techn. grade	+	/	+	/	
Cod liver oil		+	/	+		
Coffee extract		+	+	+	+	
Cognac		+		+		
Cola concentrates		+	+	+	+	
Common salt, aqueous	any	+	+	+	+	
Coolants and lubricants for metalworking "Hoechst"		/	/	/	/	
Copper chloride, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Copper cyanide, aqueous	saturated	+		+	+	
Copper fluoride, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Copper nitrate, aqueous	30%	+	+	+	+	
Copper salts, aqueous	cold saturated	+	+	+	+	
Copper sulphate, aqueous	any	+	+	+	+	
Corn oil		+	/	+	/	
Cottonseed oil	techn. grade	+	+	+	+	
Coumarone resins		+	+	+		
Creosote		+	+D	+	+D	
Cresol	100%	+	/D	+	/D	
Cresol, aqueous	dilute	+	+D	+	+D	
Crotonaldehyde	techn. grade	+	/	+		
Crode oil		+	/	/		
Cyclanone (butyl alcohol sulphinate)	as supplied commercially	+	+	+	+	
Cyclohexane		+	+	+		
Cyclohexanol		+	+	+	+	
Cyclohexanone (anon)		+	/	+	/	
Decaldehydophthalene ("Dekalon")	techn. grade	+	/	/	/	
Defoamers		+	/to/	+		
Detergents		+	+	+	+	
Detergents, synthetic	end use concentration	+	+	+	+	
Developer solutions (photographic)		+D	+D	+D	+D	
Dextrin (starch gum), aqueous	18%	+	+	+	+	
Dextrose		+	+	+	+	
Dextrose, aqueous	any	+	+	+	+	
1,2-Diaminoethane (ethylenediamine)	techn. grade	+	+	+	+	
1,2-Dibromoethane		/	-	/		
Dibutyl ether		+to/	-	/	-	
Dibutyl phthalate (butyl phthalate)	techn. grade	+	/	+	/	
Dibutyl sebacate		+	/	+		
Dichloroacetic acid	techn. grade	+	/D	+		
Dichloroacetic acid	50%	+	+	+		

Table: Resistance to chemicals and other media

Substance	Concentration	Behaviour of Hostalen at		Behaviour of Hostalen PP at		
		20°C	60°C	20°C	60°C	100°C
Dichloroacetic acid methyl ester		+	+	+	+	
Dichlorobenzene		/	-	/		
Dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT, powder)		+	+	+	+	
Dichloroethane		/	/	+		
1,1-Dichloroethylene (vinylidene chloride)	techn. grade	-		-		
Dichloropropane		/	-			
Dichloropropene		/	-			
Diesel fuel		+	/	+	/	
Diethanolamine	techn. grade	+		+		
Diethylene glycol		+	+	+	+	
2-Diethylhexylphthalate (DOP)		+	/	+	/	
Diethylketone		+	/			
Diethyl ether		+to/	/ ²	/		
Diglycolic acid, aqueous	30%	+	+	+	+	
Dihexyl phthalate	techn. grade			+	/	
Diisobutylketone	techn. grade	+	/to-	+	-	
Diisooctyl phthalate	techn. grade	+	/	+	/	
Diisopropyl ether		+to/	-			
Dimethylamine		+	/	+		
Dimethyl formamide	techn. grade	+	+to/	+	+	
Dimethyl sulphoxide		+	+			
Dinonyl phthalate (DNP)	techn. grade	+	/	+	/	
Dioctyl phthalate		+	/	+	/	
Dioxane		+	+	/	/	-
Diphenylamine		+	/			
Diphenyl oxide		+	/			
Disodium phosphate		+	+	+	+	
Disodium sulphate		+	+	+	+	
Dodecylbenzenesulphonic acid		+	/	+		
Drinking water, also chlorinated		+	+	+	+	+
Dyes		+D	+D			
Eau de Javelle (potassium hypochlorite bleaching solution)		+to/	-	+to/	/	
Eau de Labarraque (sodium hypochlorite bleaching solution)		+to/		+to/	/	
Electrolytic baths for electroplating		+to/	/			
Emulsifiers		+	+	+	+	
Emulsions (photographic)		+	+	+	+	
*Ephedrin, aqueous	10%	+	+	+	+	+
Epichlorohydrin		+	+	+		
Esters, aliphatic	techn. grade	+	+to/			
Ethane		+	+			
Ethanolamine (2-aminoethanol)	techn. grade	+		+		
Ethanol	96%	+	+	+	+	+
Ethanol denatured with toluene	96% (v/v)	+		+		
Etheral oils		/	-	/	-	
Ether		+to/	/ ²	/		
Ethylenediamine tetraacetic acid		+	+	+	+	
Ethylene		+	+			
Ethylene chlorohydrin (chloroethanol)	techn. grade	+	+	+	+	
Ethylene diamine (1,2-diaminoethane)	techn. grade	+	+	+	+	
Ethylene dibromide		/	-			
Ethylene dichloride (dichloroethane)		/	-	/		
Ethylene glycol		+	+	+	+	+
Ethylene glycol monobutyl ether (butyl glycol)	techn. grade	+		+		
Ethylene oxide, gaseous		+	+	+		

Table: Resistance to chemicals and other media

Substance	Concentration	Behaviour of Hostalen		Behaviour of Hostalen PP		
		at 20°C	60°C	at 20°C	60°C	100°C.
Ethyl acetate	techn. grade	+	/	+	/	
Ethyl alcohol	96 %	+	+	+	+	+
Ethyl alcohol + acetic acid (fermentation mixture)	as used in production	+	+	+	+	
Ethyl benzene	techn. grade	/		/	-	
Ethyl chloride (chloroethane)	techn. grade	/*		-		
Ethyl ether (diethyl ether)	techn. grade	+to/	/*	/		
*Euron B		/	/			
*Euron G		+	+			
Fatty acids (>C ₆)		+	+to/	+	+	
Fatty acid amides		+	/	+		
Fatty alcohols		+	/	+		
Fertilizer salts, aqueous	any	+	+	+	+	
Fixing salt, aqueous	any	+	+	+	+	
Fixing salt, solid		+	+	+	+	
Fluorine, gaseous		-		-		
Fluoroboric acid, aqueous		+	/			
Fluorosilicic acid	any	+	+			
Fluorosilicic acid, aqueous	any	+	+			
Formaldehyde, aqueous	up to 40%	+	+	+	+	
Formamide		+	+	+	+	
Formic acid, aqueous	10%	+	+	+	+	
Formic acid, aqueous	85%	+	+	+	/	
*Frigen 12 (*Freon 12)	100%	/	-	/		
Fructose (fruit sugar), aqueous	any	+	+	+	+	+
Fruit juices	any	+	+	+	+	+
Fruit pulp		+	+	+	+	
Fuel oil		+	/	+	/	
Fuming sulphuric acid (H ₂ SO ₄ + SO ₃)	any	-		-		
Formol		+	/			
Formyl alcohol		+	+D	+	/D	
Gas, manufactured	as supplied commercially	+		+		
Gas, natural	techn. grade	+		+		
Gelatin		+	+	+	+	
*Gummin		+	+	+	+	+
Gum		+		+		
Glacial acetic acid (100% acetic acid)	techn. grade	+	/D	+	/D	
Glauber's salt, aqueous	any	+	+	+	+	+
Glucose, aqueous	any	+	+	+	+	+
Gum		+	+	+	+	+
Glycerin, aqueous	any	+	+	+	+	+
Glycerin chlorohydrin		+	+	+	+	
Glycine (aminoacetic acid)		+	+	+	+	
Glycolic acid, aqueous	up to 20%	+	+	+	+	
Glycolic acid butyl ester		+	+	+	+	
Glycol, aqueous	as supplied commercially	+	+	+	+	+
*Glyantin		+	+	+	+	+
*Gummin B 30		/	/			
*Gummin B 50		+	+			
*Halothan		/	+to			
Heptane		+	/	/	/	
Hexafluorosilicic acid, aqueous	40%	+	+	+	+	
Hexane		+	/	+	/	

Table: Resistance to chemicals and other media

Substance	Concentration	Behaviour of Hostalen at		Behaviour of Hostalen PP at		
		20°C	60°C	20°C	60°C	100°C
Hexanetriol		+	+	+	+	+
Honey		+	+	+	+	
Hydraulic fluid		+	/			
Hydrazine hydrate		+	+	+		
Hydrobromic acid, aqueous	50%	+	+	+	+	
Hydrochloric acid, aqueous	any	+	+	+D	+D	/D
Hydrocyanic acid		+	+	+	+	
Hydrofluoric acid, aqueous	40-85%	+	/	+		
Hydrogen		+	+	+	+	
Hydrogen bromide, gaseous	techn. grade	+	+			
Hydrogen chloride gas, dry and moist		+	+	+	+D	
Hydrogen peroxide, aqueous	10%	/	-	+	+	
Hydrogen peroxide, aqueous	30%	/	-	+	/	
Hydrogen sulphide, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Hydrogen sulphide, gaseous		+	+	+	+	
Hydroquinone		+D	+D	+D		
Hydrosulphite, aqueous	up to 10%	+	+	+	+	
Hydroxylamine sulphate, aqueous	12%	+	+	+	+	
Hypochlorous acid		+	/	+to/	/	
Ink		+	+	+	+	
Iodine in potassium iodide solution	3% iodine	+	+	+	+	
Iodine tincture, DAB 6	as supplied commercially	+	/D	+		
Iron ammonium sulphate, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Iron (II) chloride, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Iron (III) chloride, aqueous	saturated	+	+	+	+	+
Iron (III) nitrate, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Iron (II) sulphate, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Iron (III) sulphate, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Isobutyl alcohol	techn. grade	+	/			
Isobutyl alcohol (n-butanol)		+	+	+		
Isobutyric acid	techn. grade	+	/			
Isocane		+	/	+	/	
Isopropanol	techn. grade	+	+	+	+	+
Isopropyl acetate	100%	+	/			
Isopropyl ether	techn. grade	no/		/		
Jam		+	+	+	+	+
Jet fuel		+	/	/	/	
Ketone		+	/	+		
Ketones		no/	no	no/		
Lactic acid, aqueous	any	+	+	+	+	+
Lactose (milk sugar)		+	+	+	+	
Lanolin (wool fat)		+	+	+	/	
Lates		+	+	+	+	
Lead acetate, aqueous	any	+	+	+	+	
Lead tetraethyl		+		+		
Lime		+	+	+	+	+
Lime water		+	+	+	+	
Linseed oil	techn. grade	+	+	+	+	+
Liqueur		+		+		
Liquid manure		+	+	+	+	
Liquid soaps		+	+	+	+	

Table: Resistance to chemicals and other media

Substance	Concentration	Behaviour of Hostalen at		Behaviour of Hostalen PP at		
		20°C	60°C	20°C	60°C	100°C
Lithium bromide		+	+	+	+	
Lubricating oils	techn. grade	+	+to/	+		
°Lysol		+	/	+	/	
Machine oil		+	/	+	/	-
Magnesium carbonate		+	+	+	+	
Magnesium chloride, aqueous	any	+	+	+	+	
Magnesium fluorosilicate		+	+			
Magnesium hydroxide		+	+	+	+	
Magnesium iodide		+	+	+	+	
Magnesium salts, aqueous	any	+	+	+	+	+
Magnesium sulphate, aqueous	any	+	+	+	+	
Maleic acid, aqueous	up to 100%	+	+	+	+	
Manganese sulphate		+	+	+		
Margarine		+	+	+	+	
Mash	as supplied	+	+	+	+	
Mayonnaise		+		+		
Menthol		+	/	+		
Mercury		+	+	+	+	
Mercury chloride		+	+			
Mercury salts		+	+	+	+	
Metal soaps		+	+	+		
Methacrylic acid		+	+	+	+	
Methanol	techn. grade	+	+	+	+	
Methoxybutanol		+	/	+		
Methoxybutyl acetate ("Butoxyl")		+	/	+		
Methylamine, aqueous	32%	+		+		
? Methylbutanol ?	techn. grade	+	/			
Methylene chloride ² (dichloromethane)		/	/ ²	/	- ²	
Methylcyclohexyl ketone		+	to-	+		
Methyl acetate (acetic acid methyl ester)	techn. grade	+		+	+	
Methyl acrylate		+	+			
Methyl alcohol		+	+	+	+	
Methyl benzene		/		/		
Methyl benzoic acids (toluyl acids)	saturated	/				
Methyl bromide, gaseous	techn. grade					
Methyl bromide (bromomethane), gaseous	techn. grade					
Methyl chloride (chloromethane), gaseous	techn. grade	/				
Methyl cyclohexane		/	to-	/		
Methyl ethyl ketone	techn. grade	+	/	+	/	
Methyl glycol		+	+	+	+	
Methyl methacrylate		+	+			
1 Methylpentanol ?		+	to/D	+		
Methyl propyl ketone		+	/	+		
11 Methylpyrrolidone		+	+			
Methyl salicylate (salicylic acid methyl ester)		+	/	+		
Methyl sulphonic acid	50%	+	+	+	+	
Milk		+	+	+	+	+
Mineral oil	without additives	+	to/	+	/	-
Mineral water		+	+	+	+	+
Molasses		+	+	+	+	
Molasses wort		+	+	+	+	
Monochloroacetic acid		+	+	+	+	
Monochloroacetic acid ethyl ester		+	+	+	+	
Monochloroacetic acid methyl ester		+	+	+	+	

Table: Resistance to chemicals and other media

Substance	Concentration	Behaviour of Hostalen at		Behaviour of Hostalen PP at		
		20°C	60°C	20°C	60°C	100°C
Monochlorobenzene		/	—	+		
Mordants, metallic		+				
Morpholine		+	+	+	+	
Motor oil (heavy duty oil)		+	+to/	+	/	
Mowilith emulsions		+	+	+		
Mustard		+	+	+		
Must		+	+	+	+	
Nail polish remover		+	/	+	/	
Naphthalene		+	/	+		
Naphtha	techn. grade	+	/	/	—	
Naphtha		+	/	+	/	
Naphtha/benzene mixture	80/20	+	/	/	—	
Nickel chloride		+	+	+	+	
Nickel nitrate		+	+	+	+	
Nickel salts, aqueous		+	+	+	+	
Nickel sulphate, aqueous	any	+	+	+	+	
Nicotine		+	+			
Nicotinic acid	≤10%	+		+		
Nitric acid**	2.5%	+	+	+	—	
Nitric acid**	50%	/	—	/	—	
2,2',2''-Nitrilotriethanol (triethanolamine), aqueous	any	+	/	+		
Nitrobenzene		+	/	+	+	
Nitrocellulose		+		+		
o-Nitrotoluene		+	/	+	/	
Nonyl alcohol (nonanol)		+	+	+		
Nut oil		+		+		
Octyl cresol	techn. grade	/	—	/	—	
Oils, ethereal		/	—	/	—	
Oils, vegetable and animal		+	+to/	+	+to/	—
Oleic acid		+	/	+	/	—
Olive oil		+	+	+	+to/	—
Optical brighteners		+	+	+	+	
Orange juice		+	+	+	+	
Oxalic acid, aqueous	any	+	+	+	+	+
Oxygen		+	+	+	+	
Ozone	50 ppm	/	—	/	/	
Palmic acid		+	+	+	+	
Palmityl alcohol		+	+	+	+	
Palm nut oil		+		+		
Paraffin, liquid		+	+	+	/	
Paraffin emulsions	as supplied commercially	+	/	+	+	
Paralformaldehyde		+	+	+		
Peanut oil	techn. grade	+		+	+	
Pentanol		+		+		
Peppermint oil		+		+		
Perchloric acid, aqueous	20%	+	+	+	+	
Perchloric acid, aqueous	50%	+	/			
Perchloric acid, aqueous	70%	+	—			
Perchloroethylene		/	—	/	—	
Petroleum ether		+	/	+	/	
Petrol, regular-grade (DIN 51635)		+	/	/	—	
Phenolic resin moulding compounds		+	+	+	+	

Table: Resistance to chemicals and other media

Substance	Concentration	Behaviour of Hostalen at		Behaviour of Hostalen PP at		
		20°C	60°C	20°C	60°C	100°C
Phenol		+	+D	+	+D	
Phenol (carbolic acid)		+	+D	+	+D	
Phenyl ethyl alcohol		+	+	+		
Phenyl hydrazine	techn. grade	/	/to-	/		
Phenyl hydrazine hydrochloride		+	-	+		
Phenyl sulphonate (sodium dodecyl benzene sulphonate)		+	+	+	+	
Phosgene, gaseous		/		/	/	
Phosgene, liquid	100%	-		-		
Phosphates, aqueous	any	+	+	+	+	
Phosphoric acid, aqueous	50%	+	+	+	+	+
Phosphoric acid, aqueous	80%...95%	+	/D	+	+D	+D
Phosphorus oxychloride		+	/	+	/	
Phosphorus pentoxide	100%	+	+	+		
Phosphorus trichloride		+	/	+		
Photographic developers		+D	+D	+D	+D	
Photographic emulsions	as supplied commercially	+		+	+	
Photographic fixing baths	as supplied commercially	+		+	+	
Phthalic acid, aqueous	50%	+	+	+	+	
Phthalic acid dibutyl ester (dibutyl phthalate)	techn. grade	+	/	+	/	
Phthalic acid ester		+	+to/	+	/	
Picric acid, aqueous	1%	+		+		
Pineapple juice		+	+	+	+	
Pine needle oil		+		+	+	
Plant protection agents, aqueous	as supplied commercially	+	+	+		
Plasticizers		+	/	+	/	
Polyacrylic acid emulsions		+	+			
Polyester plasticizers		+	+to/	+		
Polyester resins		/	-	/		
Polyglycols		+	+	+	+	
*Polysolvan O (glycolic acid butyl ester)		+	+			
Potassium aluminium sulphate, aqueous	any	+	+	+	+	+
Potassium borate, aqueous	1%	+	+	+	+	
Potassium bromate, aqueous	up to 10%	+	+	+	+	+
Potassium bromide, aqueous	any	+	+	+	+	+
Potassium carbonate, aqueous	any	+	+	+	+	
Potassium chlorate, aqueous	any	+	+	+	+	+
Potassium chloride, aqueous	any	+	+	+	+	+
Potassium chromate, aqueous	40%	+	+	+	+	+
Potassium chrome (III) sulphate (chrome alum), aqueous	saturated	+	+	+	+	
Potassium cyanide, aqueous	any	+	+	+	+	
Potassium dichromate, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Potassium iron (II) cyanide and iron (III) cyanide	any	+	+	+	+	
Potassium fluoride, aqueous	any	+	+	+	+	
Potassium hexacyanoferrate, aqueous	any	+	+	+	+	
Potassium hydrogen carbonate, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Potassium hydrogen sulphate, aqueous	saturated	+	+	+	+	+
Potassium hydrogen sulphite, aqueous	saturated	+	+			
Potassium hydroxide		+	+	+	+	
Potassium hydroxide, aqueous	any	+	+	+	+	
Potassium hydroxide solution	50%	+	+	+	+	+
Potassium hypochlorite, aqueous	saturated	/	-			
Potassium iodide, aqueous	any	+	+	+	+	
Potassium nitrate, aqueous	any	+	+	+	+	
Potassium perborate		+	+			

Table: Resistance to chemicals and other media

Substance	Concentration	Behaviour of Hostalen at		Behaviour of Hostalen PP at		
		20°C	60°C	20°C	60°C	100°C
Potassium perchlorate, aqueous	up to 10%	+	/			
Potassium perchlorate, aqueous	1%	+		+	+	
Potassium permanganate		+	+	+		
Potassium permanganate, aqueous	up to 6%	+	+D	+	+D	
Potassium persulphate, aqueous	any	+	+	+	+	
Potassium phosphate, aqueous	saturated	+	+			
Potassium sulphate, aqueous	any	+	+	+	+	
Potassium sulphide, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Potassium sulphite, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Potassium tetracyanocuprate, aqueous	saturated	+	+			
Potassium thiosulphate, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Propane, gaseous	techn. grade	+		+		
i-Propanol (i-propyl alcohol)		+	+	+	+	
n-Propanol (n-propyl alcohol)		+	+	+	+	
Propargyl alcohol, aqueous	7%	+	+	+	+	
Propionic acid, aqueous	any	+	+	+	+	
Propylene dichloride	100%	-		-		
Propylene glycol		+	+	+	+	
Propylene oxide		+	+			
Pseudocumene		/	/			
Pyridine		+	/	/	/	
Quinine		+	+	+	+	
Release agents		-	-	+	+	
Roasting gases, dry	any	-	-	+	+	
Rubber dispersions (latex)		-	-	+	+	
*Sagrotan		+	/	+	/	
Salicylic acid		-	+	+	+	
Salt brines	saturated	+	+	+	+	
Saturated steam condensate		-	+	+	+	
Sauerkraut (pickled cabbage)		-	+	+	+	+
Sea water		-	+	+	+	+
Silicic acid, aqueous	any	-	+	+	+	
Silicone emulsion	as supplied commercially	-	+	+	+	
Silicone oil	technical grade	-	+	+	+	+
Silver nitrate		+	+	+	+	
Silver nitrate, aqueous	any	+	+	+	+	+
Silver salts, aqueous	cold saturated	+	+	+	+	
Soap solution, aqueous	any	-	+	+	+	
Soda (sodium carbonate), aqueous	any	-	+	+	+	+
Sodium acetate, aqueous	any	-	+	+	+	+
Sodium aluminium sulphate		-	+	+	+	
Sodium benzoate, aqueous	any	+	+	+	+	
Sodium borate		+	+	+	+	
Sodium bromide		+	+	+	+	
Sodium carbonate, aqueous	any	+	+	+	+	+
Sodium chlorate, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Sodium chloride, aqueous	any	+	+	+	+	+
Sodium chlorite, aqueous	50%	+		+	/	
Sodium chromate		-	+	+	+	
Sodium cyanide		-	+	+	+	
Sodium dichromate		-	+	+	+	
Sodium dodecylbenzenesulphonate		-	+	+	+	

Table: Resistance to chemicals and other media

Substance	Concentration	Behaviour of Hostalen at		Behaviour of Hostalen PP at		
		20°C	60°C	20°C	60°C	100°C
Sodium ironcyanide		+	+	+	+	
Sodium fluoride		+	+	+	+	
Sodium hexacyanoferrate (III), aqueous		+	+	+	+	
Sodium hexacyanoferrate (II)		+	+	+	+	
Sodium hexametaphosphate, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Sodium hydrogen carbonate, aqueous		+	+	+	+	+
Sodium hydrogen sulphate, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Sodium hydrogen sulphite, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Sodium hydroxide, aqueous	any	+	+	+	+	
Sodium hydroxide, solid		+	+	+	+	
Sodium hypochlorite, aqueous with 12.5% active chlorine		/	-	/	/	
Sodium nitrate, aqueous	any	+	+	+	+	
Sodium nitrite, aqueous	any	+	+	+	+	
Sodium perborate, aqueous	any	+	/	+	+	+
Sodium perchlorate, aqueous	any	+	+			
Sodium peroxide, aqueous	saturated	/				
Sodium peroxide, aqueous	10%	+	+			
Sodium phosphate, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Sodium silicate		+	+	+	+	
Sodium silicate, aqueous	any	+	+	+	+	
Sodium sulphate, aqueous	cold saturated	+	+	+	+	
Sodium sulphide, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Sodium sulphite, aqueous	40%			+	+	
Sodium tetraborate (borax), aqueous	saturated	+	+	+	+	
Sodium thiosulphate, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Soft soap		+	+	+	+	
Soya bean oil		+	+	+	/	
Spermaceti		+	/	+		
Spindle oil		+to/	/	+	-	
Spirits		+		+		
Stain remover		+to/	/			
Starch, aqueous	any	+	+	+	+	
Starch gum (dextrin), aqueous	18%	+	+	+	+	
Starch syrup		+	+	+	+	
Stearic acid		+	/	+	/	
Styrene		/	-	/	-	
Succinic acid, aqueous	50%	+	+	+	+	
Sugar beet juice		+	+	+	+	
Sugar syrup		+	+	+	+	
Sulphates, aqueous solutions	any	+	+	+	+	
Sulphuric acid, aqueous	up to 50%	+	+	+	+	
Sulphuric acid, aqueous	70%	+	+	+	/	
Sulphuric acid, aqueous	80%	+	+	+	/	
Sulphuric acid, aqueous	98%	1)	-	/	-	
Sulphur		+	+	+	+	
Sulphurous acid		+	+	+	+	
Sulphuryl chloride (sulphonyl chloride)	techn. grade	-	-	-	-	
Sulphur dioxide, aqueous	any	+	+	+	+	
Sulphur dioxide, gaseous		+	+	+	+	
Sulphur trioxide		-	-	-	-	

1) Hostalen blow mouldings that have been approved for use with dangerous filling substances are suitable for contact with e.g. 98% sulphuric acid

Table: Resistance to chemicals and other media

Substance	Concentration	Behaviour of Hostalen at		Behaviour of Hostalen PP at		
		20°C	60°C	20°C	60°C	100°C
Tallow	techn. grade	+	+	+	+	
Tannic acid (tannin), aqueous	10%	+	+	+	+	
Tanning extracts, vegetable	as supplied	+		+	/	
Tartaric acid, aqueous	any	+	+	+	+	
Tetrabromomethane		/to-	-	/to-		
Tetrachloroethane		/to-	-	/	-	
Tetrachloroethylene		/to-	-	/	-	
Tetrachloromethane (carbon tetrachloride)	techn. grade	/	-	-		
Tetrahydrofuran	techn. grade	/to-	-	/	-	
Tetrahydronaphthalene ([®] Tetralin)	techn. grade	+	-	-		
Thioglycolic acid		+	+	+	+	
Thionyl chloride		-		-		
Thiophene		/	-	/	-	
Tin (II) chloride, aqueous	saturated	+	+	+	+	
Tin (IV) chloride, aqueous	any	+	+	+	+	
Toluene	techn. grade	/	-	/	-	
Toluic acids (methyl benzoic acids)	saturated	/				
Tomato juice		+	+	+	+	
Transformer oil	techn. grade	+	/	+	/	
Tributyl phosphate		+	+	+	+	
Trichloroacetaldehyde (Chloral)	techn. grade	+	+	+	+	
Trichloroacetic acid	techn. grade	+	/to-	+		
Trichloroacetic acid, aqueous	50%	+	+	+	+	
Trichlorobenzene		-	-			
Trichloroethylene	techn. grade	+to/	-	/	/	
Tricresyl phosphate		+	+	+	/	
Triethanolamine		+	+D	+	+D	
Triethanolamine (2,2'2"-nitrioltriethanol), aqueous saturated		+	/	+		
Triethylene glycol		+	+	+	+	
[®] Trilon		+	+			
Trimethylol propane, aqueous		+	+	+	+	
Trimethyl borate		+	/to-			
Trioctyl phosphate		+	/	+		
Trisodium phosphate		+	+	+	+	
Tri-β-chloroethylphosphate		+	+	+		
Turpentine oil	techn. grade	+to/	/	-		
[®] Tuogen U		+	+	+	+	
[®] Tween 20 and 80		+	-	+	+	
Two stroke oil		+	/	+		
Urea, aqueous	up to 33%	+	+	+	+	
Uric acid		+	+	+		
Urine		+	+	+	+	
Vaseline	techn. grade	+to/	/	+	/	
Vaseline oil	techn. grade	+to/	/	+	/	
Vinegar (wine vinegar)	as supplied commercially	+	+	+	+	
Vinylidene chloride (1,1-dichloroethylene)	techn. grade	-		-		
Vinyl acetate		+	+	+	/	
Viscose spinning solutions		+	+	+	+	
Vitamin C		+		+		
Vitamin preparations, dry (powder)		+		+		
Walnut oil		+	/	+		
Washing up liquids	usual	+	+	+	+	

Table: Resistance to chemicals and other media

Substance	Concentration	Behaviour of Hostalen at		Behaviour of Hostalen PP at		10°C
		20°C	60°C	20°C	60°C	
Waste gases containing carbonic acid derivatives	any	+	+	+	+	
Waste gases containing carbon dioxide	any	+	+	+	+	
Waste gases containing carbon monoxide	any	+	+	+	+	
Waste gases containing hydrochloric acid	any	+	+	+	+	
Waste gases containing hydrogen fluoride	trace	+	+			
Waste gases containing nitrose	trace	+	+			
Waste gases containing sulphur dioxide	low	+	+	+	+	
Waste gases containing sulphuric acid (moist)	any	+	+	+	+	
Waste gases containing sulphur trioxide (fuming sulphuric acid)	trace	-		-		
Water, distilled		+	+	+	+	
Waxes		+	+to/	+	+to/	
Wax alcohols	techn. grade	/	/	/	-	
Whey		+	+	+	+	
Whisky		+		+		
White spirit	techn. grade	+	/	/	-	
Wine		+		+	+	
Wine vinegar (table vinegar)	as supplied commercially	+	+	+	+	
Wood stains	end use concentration	+	+to/			
Xylene		/	-	-		
Yeast		+	+	+		
Zinc carbonate		+	+	+	+	
Zinc chloride, aqueous	any	+	+	+	+	
Zinc oxide		+	+	+	+	
Zinc salts, aqueous	any	+	+	+	+	
Zinc sludge		+	+	+	+	
Zinc stearate		+	+	+	+	
Zinc sulphate, aqueous	any	+	+	+	+	

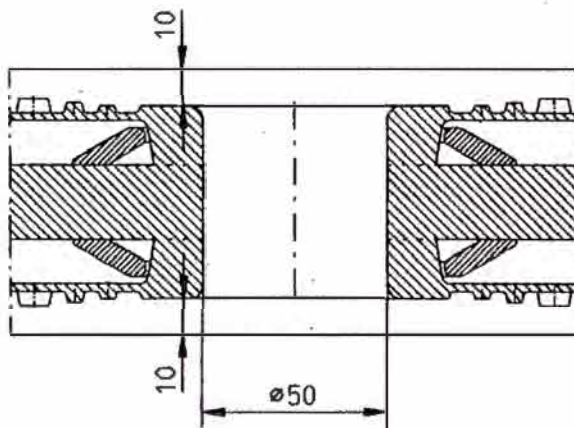
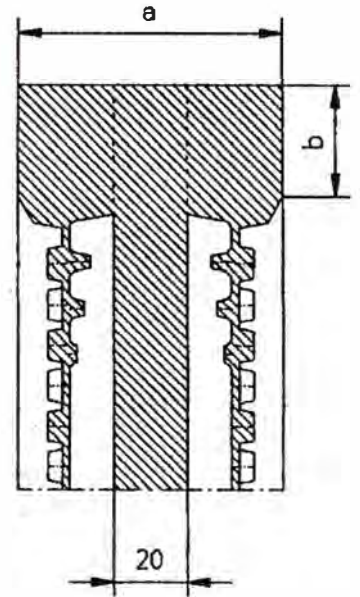
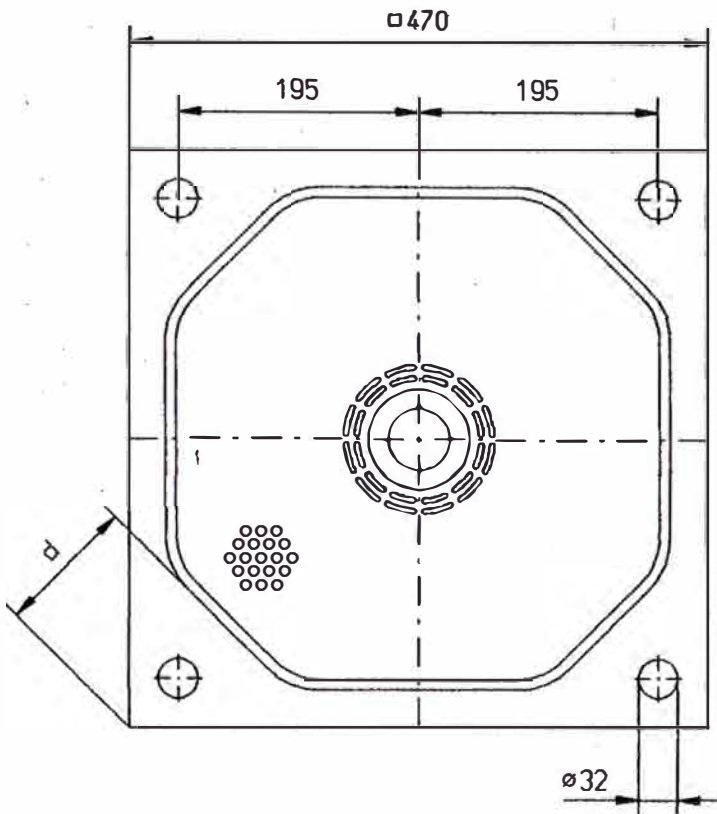
**7.2 Especificaciones técnicas de placas filtrantes tipo Diafragma de 470x470
marca Lenser**

Placa de Membrana KMZ 470 bloc N0 PP/PP



Presión de filtración: 5 bar Presión de escurrido: 16 bar

No.: 4.3108.0110.0



Espesor de torta		[mm]	30	32	35	40				
Placa intermedia	a	[mm]	62	64	67	72				
Borde de contacto	b	[mm]	30	30	30	30				
Ø Soporte distanciador	c	[mm]	-	-	-	-				
Medida de la esquina	d	[mm]	113	113	113	113				
Superficie de contacto		[cm ²]	704	704	704	704				
Superficie de filtración		[m ²]	0,301	0,302	0,304	0,306				
Volumen de cámara		[dm ³]	3,76	3,95	4,29	4,75				
Peso		[kg]	8,2	8,5	8,7	9,3				

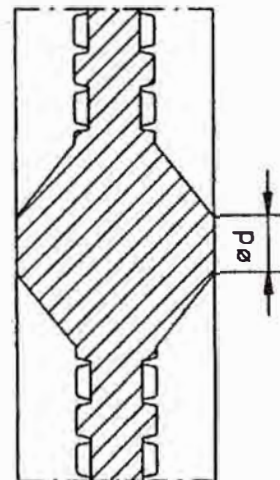
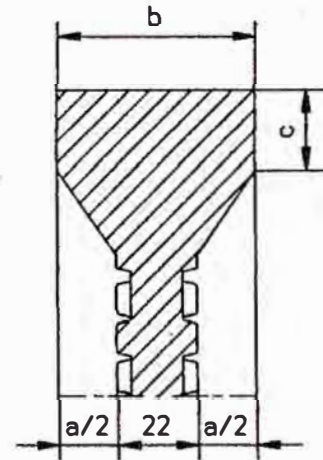
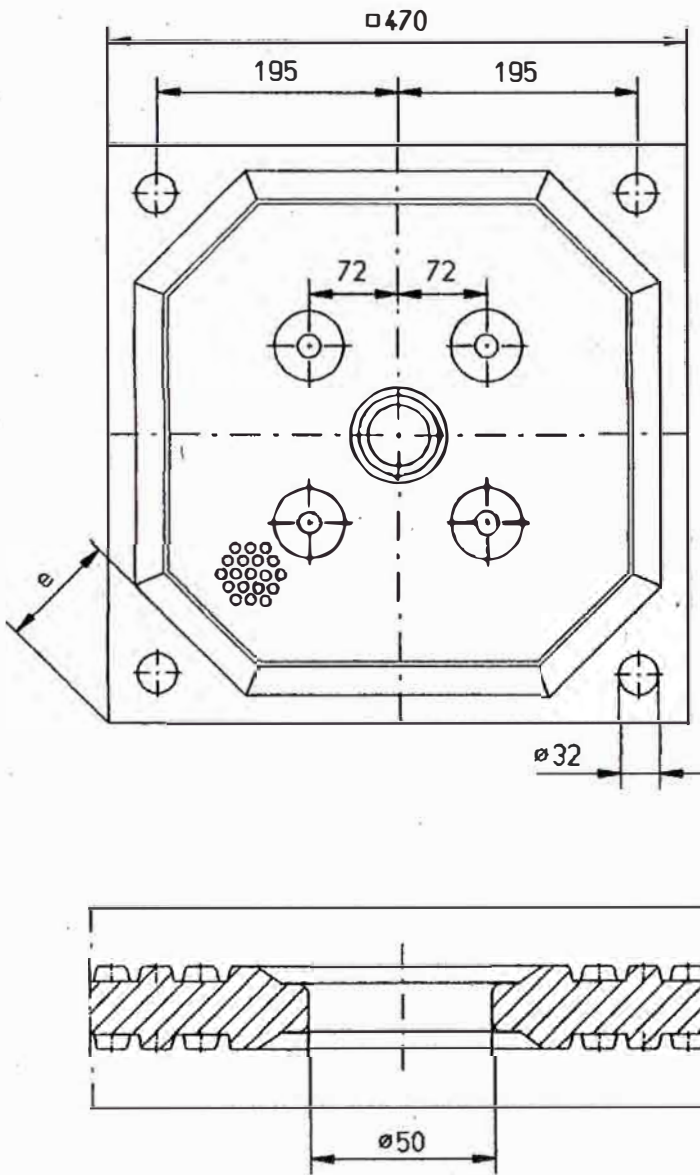
7.3 Especificaciones técnicas de placas filtrantes tipo Cámara Recesada de 470x470 marca Lenser

Placa de cámara
KFZ 470 C ID22 N4 PP



Presión de filtración: 16 bar

No.: 4.3108.0066.0



Espeador de torta	a	[mm]	15*	20	25	30	32	35	40	45	50
Placa intermedia	b	[mm]	37	42	47	52	54	.	.	.	.
Placa cabezal/final	b	[mm]	42,0	44,5	47,0	49,5	50,5	.	.	.	.
Borde de contacto	c	[mm]	33,6	29,9	26,2	22,5	21,0	.	.	.	.
∅ Soporte distanciador	d	[mm]	35,7	29,3	22,9	16,5	14,0	.	.	.	.
Medida de la esquina	e	[mm]	106,3	102,6	98,9	95,2	93,7	.	.	.	.
Superficie de contacto		[cm ²]	733	667	602	540	515	.	.	.	.
Superficie de filtración		[m ²]	0,294	0,310	0,326	0,341	0,347	.	.	.	.
Volumen de cámara		[dm ³]	1,98	2,71	3,47	4,27	4,59	.	.	.	.
Peso		[kg]	5,1	5,4	5,7	5,9	6,0	.	.	.	.

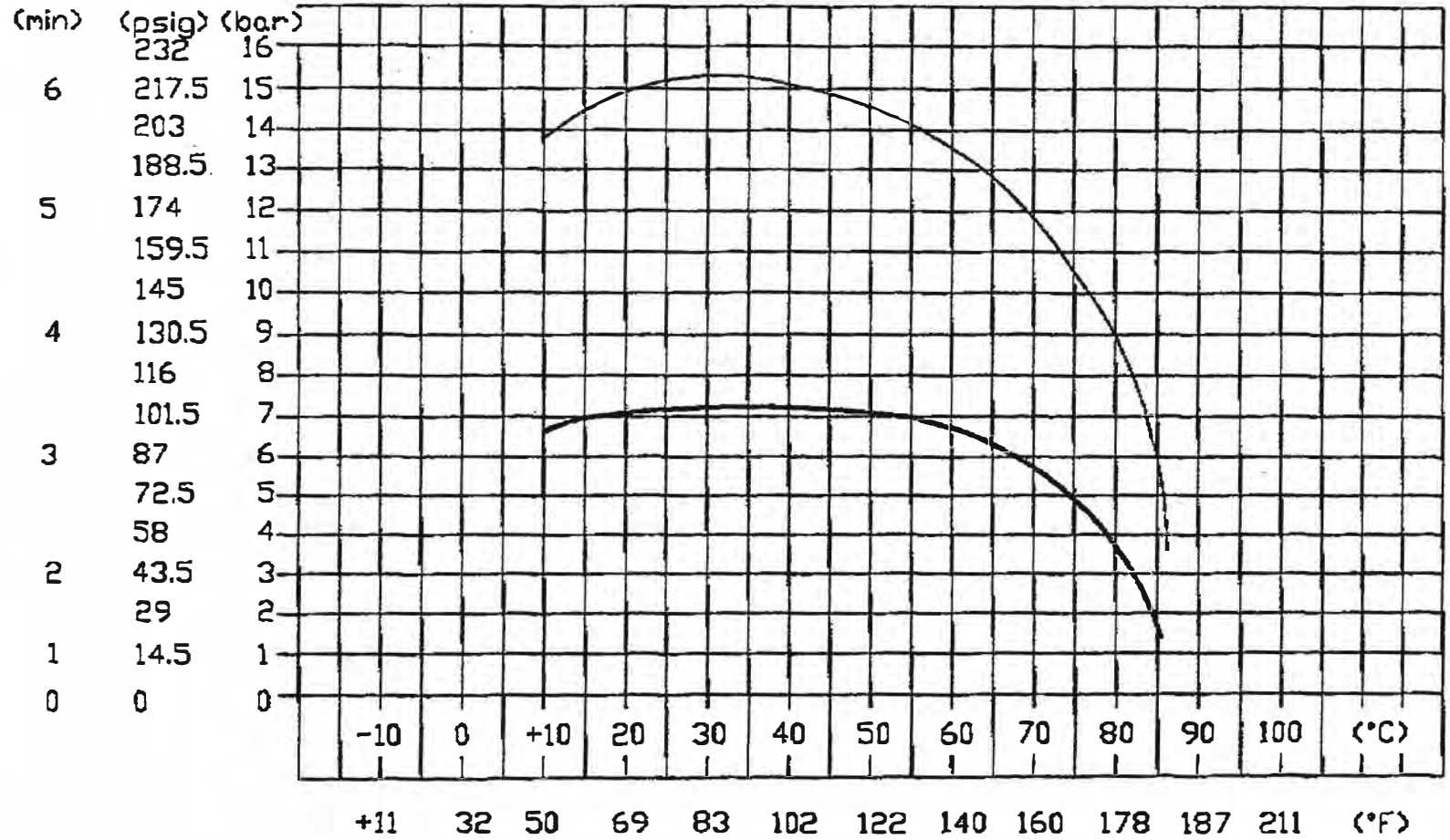
*ranurada

01.07.2000

**7.4 Curva de Presión vs. Temperatura de placas filtrantes tipo Diafragma –
diseño estándar marca Klinkau GMBH**

PRESSURE-TEMPERATURE-TIME DIAGRAM STANDARD DESIGN MEMBRANE FILTER PLATE SYSTEM

Klinkau GmbH+Co



— = Max. Filtration Pressure - - = Max. Squeeze Pressure

7.5 Características de las fibras de las telas filtrantes

CARACTERÍSTICAS DE LAS FIBRAS DE LAS TELAS FILTRANTES

		Nylon 6/6	Poliéster PET	Polipropileno PP	Poliétileno LPDE
Temperatura de Fusión	°C	254	257	168	115
	°F	490	495	334	240
Densidad (g/c)		1.14	1.38	0.91	0.92
Temperatura Máxima de Uso Continuo	°C	85	132	85	75
	°F	185	270	185	167
Temperatura Máxima en Periodos Reducidos	°C	235	235	120	n/a
	°F	455	455	248	n/a
Absorción de Agua %		2.5	0.1 – 0.2	0.1 – 0.3	0.1 – 0.3
Saturación %		8.5	0.2	0.03	0.03
Tenacidad Gpd		4.0 – 7.5	4.0 – 7.5	4.0 -7.0	4.0 – 7.0
Soporta Combustión		Si	Si	Si	Si
Resistencia Biológica		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Resistencia Alcalina		Buena	Pobre	Excelente	Excelente
Resistencia a Ácidos Minerales		Pobre	Buena	Excelente	Excelente
Resistencia a Ácidos Orgánicos		Pobre	Regular	Excelente	Excelente
Resistencia a Agentes Oxidantes		Regular	Buena	Excelente	Buena
Efecto de Solventes Orgánicos		Bueno	Bueno	Regular	Regular
Resistencia a Radiación Ultravioleta		Pobre	Buena	Pobre	Pobre