

# **ANILLOS TIPO PALL**

## **PARA REDUCCIÓN MÁXIMA DE LA DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO (DBO)**

### **VENTAJAS:**

- GRAN ÁREA POR UNIDAD DE VOLUMEN
- FORMACIÓN DE PELÍCULA DE BARRO EXTENSA
- EXCEPCIONAL ESPACIO VACÍO
- CAPACIDAD DE ALTA OXIGENACIÓN
- ALTA CARGA HIDRÁULICA
- ALTA CARGA DBO
- REQUERIMIENTO DE ÁREA MÍNIMO
- RELLENO RÍGIDO Y LIVIANO
- FÁCIL INSTALACIÓN (CARGADO AL AZAR)
- PARED DE SOSTÉN DE BAJA RESISTENCIA
- MÍNIMO COSTO DE OPERACIÓN
- BAJO COSTO

### **FILTROS DE ESCURRIMIENTO:**

La introducción a los efluentes de materias orgánicas biodegradables, materia que consume el oxígeno disuelto y provoca el crecimiento de microorganismos, es la salida a un problema de polución de agua. Una unidad de medida de la cantidad de oxígeno que es tomada por la materia orgánica, es llamada Demanda Biológica de Oxígeno (DBO). Si el oxígeno es reintroducido como con un flujo natural de agua, por difusión desde la atmósfera, la materia orgánica y los microorganismos nocivos serán destruidos, y el oxígeno en el agua volverá a estar disponible para un crecimiento marino beneficioso.

El filtro de escurrimiento es reconocido como un dispositivo para aireación rápida de desechos domésticos o industriales, que contienen biodegradables orgánicos. El corazón del filtro es el relleno: roca, escoria o más recientemente, rellenos plásticos científicamente diseñados con un máximo de área de superficie por unidad de volumen, y una resistencia mínima a la convección natural o forzada de aire, a través del relleno o medio filtrante. El medio sirve como un sustrato sobre el cual crece un lodo de microorganismos. Los desechos fluyen o escurren por gravedad sobre el relleno cubierto de lodo. El aire asciende a través del relleno por corriente natural o forzada

contra corriente a la descendente de desechos, y los microorganismos aeróbicos en el lodo, digieren la materia orgánica en la presencia del oxígeno difundido dentro del lodo.

Los filtros de escurrimiento son empleados ampliamente para el tratamiento de desechos, debido a las siguientes ventajas: Simplicidad de construcción, facilidad de operación, bajos costos de operación y mínimos requerimientos de mantenimiento. Más de dos tercios de las plantas municipales de EE.UU. y Europa son de este tipo.

### **DEFICIENCIAS DEL FILTRO DE ROCA:**

El medio convencional, roca de 2" a 4,5" en camas de profundidad de 5 a 8 pies, es limitado en su capacidad para proveer gran área de superficie por unidad de volumen, debido a su configuración geométrica. Con las rocas, no solamente hay áreas insuficientes para la formación de la beneficiosa película delgada de lodo, sino que la oxigenación es pobre, debido a la limitada corriente natural.

En adición, la desigual estructura y el desprendimiento de lodo, contribuye al taponamiento de las grietas, irregulares y variadas, entre las rocas.

Las camas son generalmente mantenidas bajo 7 pies, puesto que una profundidad mayor de las columnas de roca podría intensificar tales problemas. Los filtros de diámetro muy grande, por lo tanto, no son comunes, debido a las antes mencionadas limitaciones en profundidad. Se requieren también, estructuras costosas de desagüe inferior, para soportar apropiadamente el gran peso de las rocas, proveyendo un drenaje conveniente y permitiendo el acceso del aire.

Los filtros convencionales de roca, están relativamente limitados en capacidad de carga DBO e hidráulicas, y son operados en la gama de 1 a 5 MGAD; aún los filtros de roca de carga alta están limitados a 10-50 MGAD.

### **DESARROLLO DEL MEDIO PLÁSTICO:**

Las diferencias físicas del viejo filtro de escurrimiento de roca, más la baja capacidad hidráulica y de carga DBO, han dado lugar a un considerable trabajo experimental en la búsqueda de un medio superior de relleno. La concentración de esfuerzos ha sido hecha sobre los materiales plásticos y metálicos que exhiben buenas capacidades de crecimiento del lodo o limo, ofreciendo grandes áreas de superficie por unidad de volumen y suficiente espacio vacío para proveer buena ventilación en alturas de camas incrementadas.

El "Medio Plástico" ha estado en uso desde varios años, para el tratamiento de desechos domésticos e industriales. Un considerable suceso ha experimentado, especialmente sobre los desechos industriales, en los cuales ha sido posible incrementar en gran manera, las cargas hidráulicas y DBO.

El medio plástico puede permitir cargas hidráulicas en la gama de 300 a 400 MGAD, dependiendo del desecho; las cargas DBO las cuales convencionalmente son mantenidas en las 1 - 5 libras por pies 1000 cúbico de medio (convencional) ó 5 - 50

libras DBO por 1000 pies cúbico (roca de carga alta), puede ser incrementadas a 100 - 200 - 300 libras DBO por 1000 pies cúbico de medio plástico, dependiendo nuevamente de la naturaleza del desecho.

Los anillos PALL son vertidos al azar dentro de la carcasa del filtro de escurrimiento, y la configuración no simétrica de la cama resultante reduce la formación de canales y asegura que un porcentaje máximo del área de relleno disponible sea utilizado para crecimiento y transferencia de oxígeno.

### **INSTALACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LA CAMA:**

Dado que los anillos PALL son independientes, se pueden emplear en la construcción de torres más simples y económicas. No hay necesidad de construir paredes de retención caras. Es posible la utilización, aún, de una carcasa delgada y barata de fibra de vidrio. La configuración puede ser circular, cuadrada o rectangular de acuerdo a las condiciones.

Con respecto a la instalación del relleno, no requiere el empleo de hojas soldadas, ensambles y acomodamiento de secciones, ni el aserrado para configuraciones circulares en caso de torres redondas. Después de la construcción de la torre del filtro de escurrimiento, solo es necesario verter rápidamente los anillos PALL al azar dentro de la torre, a la profundidad deseada. Puesto que no hay peligro de roturas, no deben tomarse precauciones especiales.

Debido a la selección del polipropileno y al diseño rígido de los anillos PALL, el relleno puede ser instalado en camas de 25 pies o más profundas sin el requerimiento de instalación de soportes a intervalos regulares. Solamente requiere una simple rejilla colocada sobre estribos de concreto, para soportar el medio de relleno, en la base de la torre.

### **PROFUNDIDAD DEL FILTRO:**

La previamente citada desventaja de limitación de la columna de roca además de la profundidad (generalmente 6 pies) y la consecuente expansión requerida en diámetro que se traduce en considerable área, es completamente revertida en el caso de los anillos PALL. Con la introducción del medio plástico, ha sido posible lograr profundidades mucho más grandes, aprovechando el hecho de que la DBO removible es una función de la profundidad del filtro. El diseño de torres altas, más bien que un incremento en diámetro, significa el tratamiento de un volumen menor del medio de relleno por unidad removida de DBO. Las profundidades de las camas generalmente exceden los 15 pies, con 20 - 25 pies comúnmente estandarizados; con ciertos desechos pueden indicarse profundidades de camas aún mayores.

Con alturas incrementadas, debe tenerse cuidado en el caso de ciertos tipos de rellenos como el de láminas debido a la falta de resistencia estructural de auto soporte, cuando son hechos de materiales poco resistentes; por lo tanto, pueden requerirse miembros internos reforzados en aquellos casos donde profundidades mayores de cama sean

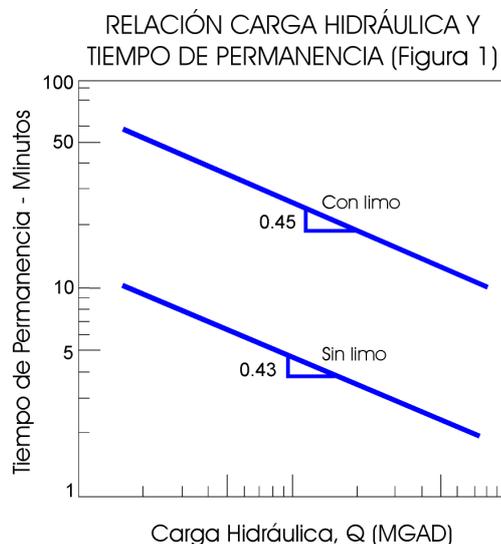
deseadas. Pueden haber también casos de falla estructural en el medio de relleno de láminas, debido ya sea a efectos químicos o térmicos. Este problema es completamente eliminado con los anillos PALL.

### RESISTENCIA QUÍMICA:

La más amplia variedad de desechos químicos pueden ser manipulados con los anillos PALL, por la apropiada selección del material. Los anillos PALL, normalmente recomendados en polipropileno y polietileno son químicamente resistentes a la mayoría de desechos del medio ambiente, incluyendo aquellos de las refinerías de petróleo. Están disponibles otros plásticos, para hacer frente a las necesidades de situaciones especiales.

### TIEMPO DE PERMANENCIA CON ANILLOS PALL:

Un requerimiento mayor en la aplicación del filtro con anillos PALL, es la capacidad para proveer adecuada área de superficie para el crecimiento bacteriano, manteniendo al mismo tiempo, contacto eficiente entre bacteria y desecho. Los anillos PALL por su configuración y alta superficie específica por unidad de volumen, satisfacen tales requerimientos (75 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>).



La figura 1 ilustra datos comparando el tiempo de permanencia (t) a través de un filtro con cama de relleno de anillos PALL antes de acrecentar el limo bacteriano (recién instalados) y después del crecimiento bacteriano deseado.

El período de permanencia incrementado (ej. efecto “fricción hidráulica”) muestra ser 5 a 6 veces del de los componentes originales con relleno de anillos PALL, ilustrando específicamente la capacidad excelente del medio de anillos PALL para proveer el contacto y crecimiento del limo bacteriano deseado.

### RELACIONES CON OTROS FILTROS:

El DBO removible en los procesos de bio-oxidación, es proporcional a la cantidad de DBO remanente como se lo expresa en la siguiente relación:

$$(1) \quad \frac{L_e}{L_o} = \frac{\text{DBO Remanente}}{\text{DBO en Alimentación}} = \% \text{ DBO remanente} = e^{-kt}$$

Para el filtro de escurrimiento el tiempo de contacto medio (t) del desecho líquido con la superficie del limo está directamente relacionado con la profundidad del filtro e inversamente relacionado a la función de la carga hidráulica, Q:

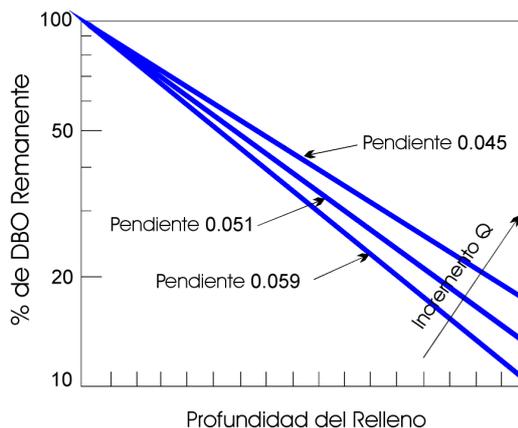
$$(2) \quad \frac{t}{C} = \frac{D}{Q^n}$$

Ambas constantes C y n variarán dependiendo de la superficie específica y la configuración particular del relleno empleado.

Una relación generalizada puede derivarse de las ecuaciones de arriba, con las constantes k y C combinadas:

$$(3) \quad \frac{L_e}{L_o} = e^{-KD/Q}$$

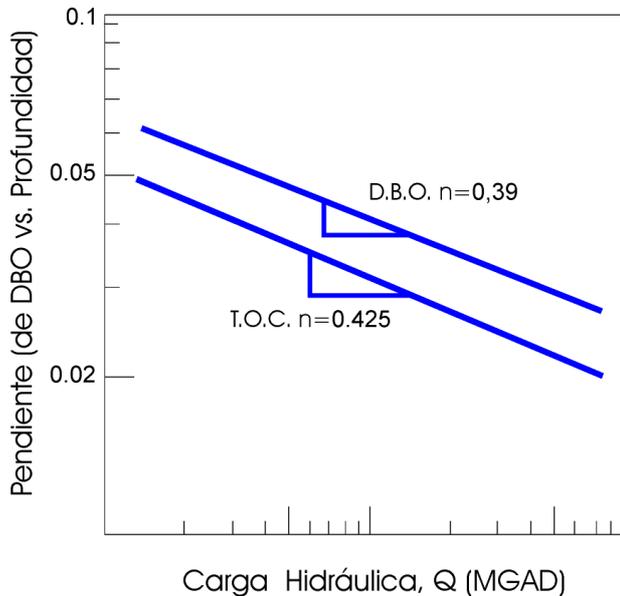
% de DBO REMANENTE VS. PROFUNDIDAD (Figura 2)



## D.B.O. REMOVIBLE Y PROFUNDIDAD DEL FILTRO:

Un dibujo ilustrativo del porcentaje de DBO remanente vs. profundidad de filtro con anillos PALL, es mostrado en la figura 2, con tres cargas hidráulicas diferentes; resultan típicas líneas rectas sobre el dibujo semi-logarítmico, indicando la consistencia de la performance de los anillos PALL.

DETERMINACION DE LA PENDIENTE "n" (Figura 3)  
 Pendiente (de DBO vs. Profundidad) vs. Q (MGAD)



**DETERMINACIÓN DE LA PENDIENTE "n":**

Los valores de "n" reportados en la literatura para rellenos de láminas, son de aproximadamente 0,5. Para evaluar "n" con los anillos PALL, las pendientes obtenidas de la figura 2 se muestran representadas comparadas con las cargas hidráulicas en la figura 3; esto da por resultado una línea recta sobre la representación logarítmica con "n"=0,39 (Los datos TOC reunidos simultáneamente también son mostrados). Tomando otros factores en consideración, el valor más bajo de "n" con anillos PALL, indica un decrecimiento volumétrico en los requerimientos del medio, cuando es comparado con otros rellenos.

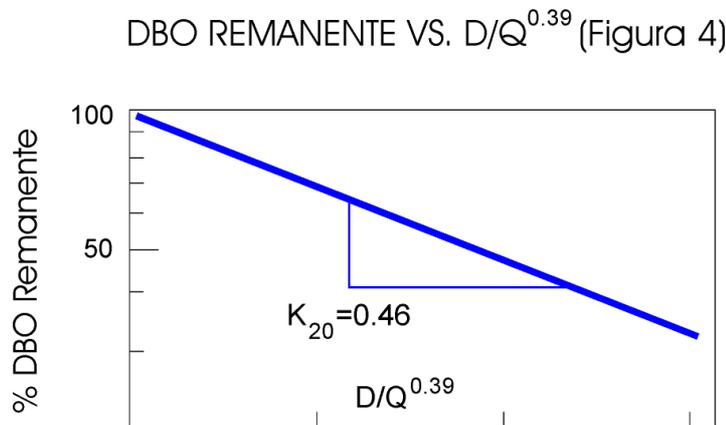
**DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE "K":**

Refiriéndonos a la ecuación (3), los

valores  $D/Q$  con los anillos PALL a distintas cargas hidráulicas, eran calculados y representados en la figura 4, sobre papel semi-logarítmico, dando un dato típicamente consistente con un valor "K" igual a 0,46 (corregido a 20 grados C). Computando "K" se utilizan las siguientes relaciones:

$$(4) \quad K_t = K_{20} (1,035)^{t-20}$$

Valores de 0,33 a 0,40 más bajos que aquellos para anillos PALL, han sido reportados en la literatura de otros rellenos.



Determinación de "K"

potencial en los requerimientos volumétricos del medio; esto será significativo donde se requiera de moderadas a grandes cantidades de medio de relleno.

Generalmente un valor más alto de "K" vinculado a un valor más bajo para "n", indican capacidades de performance superiores para el relleno.

Dato a dato indica que la performance de los anillos PALL es, por lo menos, igual a la de otros rellenos; hay también evidencia que los anillos PALL sobrepasan a tales medios en las capacidades de DBO removible, indicando un 15 a 20% de ahorro

## NUEVAS PLANTAS DE TRATAMIENTO:

Donde no existen facilidades de tratamiento, podría darse una consideración completa de ingeniería a la performance potencial de los anillos PALL; junto con un análisis de economía vs. otros métodos. La selección de los procesos dependen de la naturaleza del desecho, grado de tratamiento deseado, disponibilidad de tierra y factores relacionados.

Podría ser hecho un cuidadoso estudio, para determinar si una sola unidad de anillos PALL son la solución más satisfactoria, o si ellos podrían ser empleados en combinación con una unidad de reducido tamaño, de lodo activado de desechos. Esto es especialmente verdad en el caso de desechos industriales solos o donde hay mezcla con aguas de albañal domésticas.

## MODERNIZACIÓN DE PLANTAS EXISTENTES:

Muchas de las más viejas plantas existentes, están en la situación de requerir una modernización parcial o total, para adecuarse a nuevas reglamentaciones. Si la instalación existente consiste en apenas un tratamiento primario o incluye un filtro de escurrimiento (de roca) o una vieja unidad de desechos activados, existe la posibilidad de mejorar la capacidad de tratamiento con una unidad de anillos PALL.

La instalación de un filtro de anillos PALL siguiendo o expandiendo instalaciones primarias, ofrece una solución completa a la total reducción de la DBO. En el caso de filtros de roca, es ventajoso cambiar su medio de relleno por anillos PALL, preferiblemente con un incremento en la profundidad de la cama. La remoción máxima

de la DBO puede, sin embargo, realizarse mejor por la adición de un filtro completo de anillos PALL, ya sea precediendo o al final de las unidades convencionales de roca.

En la modernización de sistemas de lodo activado, la inclusión de filtros de anillos PALL ofrece la ventaja de costos totales más bajos por unidad de DBO removida. La unidad de anillos PALL puede ser diseñada específicamente, para manejar la nueva (más alta) carga entrante de DBO, reduciendo el punto donde el sistema existente da lodo activado, puede manejar la DBO residual, con alteraciones relativamente menores.

## **DESECHOS INDUSTRIALES:**

Muchas industrias y comunidades, han contemplado la necesidad casi inmediata de decidir si construyen instalaciones separadas o combinadas. En algunos casos, los desechos industriales en cuestión, representan la mayor porción de la DBO y el volumen para ser manipulado; en otros, puede ser la severidad de las características del desecho industrial, la que plantee un problema a despecho de su bajo volumen.

Los anillos PALL pueden ser la mejor respuesta a tales problemas, pre-tratando desechos industriales en el local de la planta o en la planta municipal, antes de la unión del flujo de desechos industriales con las aguas de albañal de la ciudad. Donde los estudios muestran que podría ser una ventaja la manipulación o tratamiento de los desechos sobre una base combinada, las unidades de anillo PALL ya sean solos, o en combinación con una pequeña unidad de lodo activado, pueden ser las respuestas más económica.

Ciertos desechos industriales tienen muy alta DBO, haciendo extremadamente dificultoso el tratamiento económico, por el proceso del lodo activado. El concepto de utilización del medio plástico de anillos PALL en un filtro de "desbaste", para remover un 50% de la DBO, está bien establecido. La combinación de un filtro de desbaste de anillos PALL con su capacidad para contrarrestar shock de carga, seguida por una unidad de tamaño nominal de lodos activados, podría representar el mejor camino práctico para alcanzar las reducciones deseadas de DBO con tales desechos.

Los filtros de anillos PALL pueden tratar también efectivamente, fenoles y otros contaminantes orgánicos.

(\*)Traducción del Bulletin TRF-1 Engineering Company Inc.