

165670

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE QUIMICA**

**“ESTUDIO TECNICO COMPARATIVO DEL FILTRO  
DE ALTA VELOCIDAD CON LOS FILTROS  
EXISTENTES PARA ALBERCA”**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**INGENIERO QUIMICO**  
**P R E S E N T A**

**JORGE ANDRES SANCHEZ REYES**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

\_\_\_\_\_

484 \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

PR6C \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Q. M. Q.

A MIS PADRES

QUE CON SUS ESFUERZOS  
HICIERON DE MI UN  
PROFESIONISTA

A MIS MAESTROS

A MI ESCUELA

A MIS AMIGOS

A MI QUERIDA ESPOSA CRISTINA

Y MI HIJA NORMA ANGÉLICA

CON TODO MI AMOR

PRESIDENTE: PROF. PABLO HOPE Y HOPE

VOCAL: PROF. VLADIMIR ESTIVIL RIERA

JURADO ASIGNADO:

SECRETARIO: PROF. CUBERTO RAMIREZ CASTILLO

1er. SUPLENTE: PROF. JORGE EPAMER GARCIA CONDE

2o. SUPLENTE: PROF. MA. ELENA ETERNO D PALACIOS

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: ALBERCAS PADMEX, S.A.

SUSTENTANTE: JORGE ANDRES SANCHEZ REYES,

ASESOR DEL TEMA: PROF. I/Q. VLADIMIR ESTIVIL RIERA.

## CONTENIDO DE LA TESIS

CAPITULO	I.-	INTRODUCCION.- Objetivo de la tesis
CAPITULO	II.-	GENERALIDADES.- Filtración de agua para alberca
CAPITULO	III.-	COMPARACION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE FILTROS-EXISTENTES.- Descripción del filtro de arena - convencional.- Instrucciones especiales para operación y mantenimiento del filtro convencional de grava y arena.- Mantenimiento del equipo Descripción del filtro de tierra diatomácea.- - Instrucciones especiales para operación y mantenimiento del filtro de tierra diatomácea.- Descripción del filtro de alta velocidad.- Instrucciones especiales de operación y mantenimiento de los filtros de alta velocidad con el filtro de grava y arena convencional.- Comparación medio filtrante.- Comparación del área de filtración.- Especificaciones mínimas para albercas - residenciales según el Instituto Nacional de Albercas (INSPI).
CAPITULO	IV.-	CONCLUSIONES.- Filtro de arena convencional.- - Filtro de tierra diatomácea.- Filtro de alta velocidad.
CAPITULO	V.-	BIBLIOGRAFIA.-

CAPITULO I  
I N T R O D U C C I O N  
OBJETIVO DE LA TESIS.

El objeto de la tesis es una comparación técnica de los diferentes tipos de filtros para albercas existentes, como son: el filtro de grava y arena, filtro de tierra diatomácea, con el filtro propuesto en esta tesis que es el filtro de alta velocidad, para uso de las albercas.

La comparación tiende a proponer el nuevo modelo de filtro como uno de los más satisfactorios en la actualidad, y desde los siguientes puntos que son: menor área filtrante, mayor velocidad, menor espacio ocupado por el mismo, mayor eficiencia, menor tiempo de filtrado, mayor facilidad de operación y menor costo etc.

Esto es con el fin de poder hacer un filtro de modelo simple que se pueda manipular en un instante con mejor resultado en la filtración y hacer de él un modelo que esté al alcance de la mayoría de las personas.

La mayoría de las comparaciones se van a hacer con tipos de filtro de un tamaño aproximado como se verá mas adelante en el desarrollo de esta.

Se ha visto con el transcurso de los años que hoy en día es muy necesario cuidar del agua que es escasa en la mayor parte del país y que en el caso de las albercas, antiguamente y todavía en la actualidad hay albercas que se llenan, pero que no tienen ningún sistema de circulación y tratamiento químico y que en una semana o quince días el agua toma un tono verdoso por el desarrollo de microorganismos que se han desarrollado en el agua, provenientes del aire, tierra, lluvia, materia orgánica que ha caído en el agua y que en ella encuentran un medio satisfactorio de desarrollo, esto hace que entre más días pasan,

más se hace imposible e insalubre el uso de la alberca; además del costo y de la escasez del agua; se pensó en poner un sistema de filtración para poder tener siempre el agua en condiciones de uso normal, ayudado con los productos químicos necesarios.

Por otra parte la Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública basada en las normas estadounidenses de la NSF (Fundación Nacional de Sanidad) ( 7 ) exige este sistema de filtración en las albercas que se están construyendo en la actualidad.

Hace unos 10 años aproximadamente se comenzó a instalar el filtro que se conoce como de grava y arena o convencional que dió muy buenos resultados y que llegó a ser el precursor de este problema y que vino a solucionar ya que el agua se conservaba en condiciones buenas y el ahorro del líquido, ya que en la mayoría de los lugares es un poco escasa; también se tomó en cuenta la parte económica, mientras que en años anteriores tenían que vaciar su alberca 2 veces por mes, ahora el agua puede durar alrededor de 2 años sin cambiarla llevando una recirculación y tratamiento químico adecuado. Aunque a veces llega a tener el agua una gran concentración de sales.

Posteriormente apareció el filtro a base de tierra diatomácea que produjo mejores resultados a causa de su medio filtrante que es la tierra diatomácea que retiene partículas más pequeñas que el de grava y arena.

Ahora, el filtro que se proponer es el llamado de alta velocidad y que tiene como medio filtrante arena constituida unicamente por sílice.

Otro de los fines es que en el futuro, puedan disrutar de una -

alberca la mayoría de las clases sociales ya que se trata de hacer - un sistema de filtración con mayor eficiencia y a menor costo; por - que el tener una alberca es una cosa muy sana, tanto física como men tal para todos una diversión, una belleza estética en su propia casa.

## CAPITULO II

### GENERALIDADES.-

La filtración tiene como objeto la separación de partículas sólidas suspendidas en el agua, esta separación se debe a la absorción de la superficie en cada grano de arena la cual es porosa, la absorción es el fenómeno por medio del cual tienden a unirse alrededor de una partícula (en este caso el grano de arena), sólidos en suspensión que se encuentran cerca de dicha partícula. ( 1 )

Para poder limpiar las partículas de arena una vez que éstas estén saturadas de basura se invierte en dirección opuesta el flujo para desprender de la arena las partículas adheridas a ellas, esto es el llamado ciclo de retrolavado en un filtro.

A continuación se indican algunas definiciones de expresiones y operaciones que se usán en esta tesis.

La velocidad de retrolavado es la velocidad aplicada al agua a través del filtro durante el ciclo de limpieza, esto expresado en litros por minuto por metro cuadrado de área filtrante efectiva.

El ciclo de filtración es el tiempo de operación entre ciclos de retrolavados, (1) esto se refiere al lavado del filtro cada vez que se efectúe. El medio filtrante es un material finamente granulado como es la arena sílice, tierra diatomácea, etc., el material soportante del medio filtrante puede ser gravas de diferentes números las cuales se usan en los filtros convencionales de arena, así también en el filtro de tierra diatomácea el material soportante es una tela especial de malla pequeña, la cual envuelve un disco ranurado y éste recolecta el agua filtrada, a este disco se le llama elemento. El filtro de alta velocidad tiene como medio filtrante arena de sílice, y no tiene -

ningún soporte; los colectores que usa este filtro tiene ranuras muy pequeñas las cuales no dejan pasar la arena de malla 20 U.S.B.S. (United States Bureau of Standards) Oficina de medidas de los Estados Unidos) de abertura de 0.84 mm.; para evitar se pase arena a la alberca. (6)

La velocidad de filtración es la velocidad aplicada al agua a través del filtro durante el ciclo de filtración, se expresa en litros por minuto por pie cuadrado.

El espacio libre es la distancia vertical del claro entre la parte superior del medio filtrante y la parte baja del sistema de distribución superior el cual está diseñado para distribuir el agua que se va a filtrar, este espacio libre se ha dejado con el fin de que cuando se retrolave un filtro no se salga la arena por el distribuidor superior del filtro, que es una mampaja de acero.

La capacidad máxima retenida en un filtro es la cantidad de materia extraña (usualmente medida en kilogramos por centimetro cuadrado) ya sea polvo, hojas, tierra, insectos, que un filtro dado puede retener durante el ciclo de filtración antes del retrolavado requerido. Cuando un filtro está muy sucio se da una cuenta de éllo por la diferencia de presión que marcan los manómetros de entrada y salida del filtro; ésta diferencia es de 0.7 kg/cm<sup>2</sup>., entre un manómetro y otro según la presión que marquen.

El sistema de distribución inferior es el usado en el fondo del filtro para recolectar el agua durante la filtración y para distribuir uniformemente el agua durante el ciclo de retrolavado. El sistema de distribución superior es el usado en la parte de arriba del filtro que distribuye el agua en forma adecuada dentro del filtro de una manera tal que impida el movimiento o migración del medio filtrante. Este sistema tendrá también la propiedad de recolectar agua durante el ciclo de retrolavado. (6)

El volumen de filtrado es el período de tiempo (usualmente en horas) requerido para circular el volumen de agua igual a la capacidad de la alberca. La Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública ha fijado un tiempo máximo de filtrado, en las albercas públicas tales como Clubs, Hoteles, Centros Deportivos un tiempo de ocho horas de recirculación total del volumen de la alberca; para albercas residenciales y de poco uso ha fijado un tiempo máximo de recirculación de dieciseis horas.

El área filtrante efectiva de un filtro será la porción de superficie del filtro que operará a la velocidad diseñada del flujo.

Con respecto a los materiales que se pueden usar en la manufactura de los filtros deberán cumplir los siguientes requisitos: resistencia a la corrosión, resistencia a la presión, que no produzca ningún efecto tóxico, no imparta sabor indeseable, color y olor al agua de la alberca; de manejo normal y de embarque.

El material de recubrimiento o revestimiento del filtro son de varios tipos que son los siguientes: vidrio, hule, plástico, resinas bituminosas etc., deberá ser aplicada apropiadamente y por gente experta; esto es con el fin de evitar la corrosión en el tanque ya que éste está expuesto a manejar cloro y ácido muriático los cuales pueden corroer en muy poco tiempo el material de que esta hecho el filtro.

Los materiales resistentes a la corrosión que son aceptados sin requerimientos de superficies húmedas son los siguientes:

- 1.- Aleaciones de cobre (incluyendo bronce y latón)
- 2.- Tipo serie 300 acero inoxidable.
- 3.- Monel.
- 4.- Materiales (plásticos) sintéticos.
- 5.- Concreto.

Los materiales de que están manufacturadas las tuberías internas del

filtro no deberán afectar en ningún sentido el agua del filtrado, éstas serán de los siguientes materiales aprobados: plástico, acero galvanizado o tubería de fierro ya sea maleable o fundido, tubería de cobre o bronce.

Los filtros no contruídos de material resistente a la corrosión, - están forrados con un revestimiento apropiado, admisibles a condición de el grueso de la lámina se incremente pa a una tolerancia de corrosión de 1.5 mm. según el código ASME, tipo acero dúctil o el equivalente superior al requerido para éste código. (3)

Los filtros tendrán un espacio adecuado para ventilación entre el - piso y el fondo del filtro. Los filtros arriba de 122 cm. de diámetro de - berán tener un tipo de sostén tipo ajustable que se llaman soportes nive - ladores del filtro.

La accesibilidad tanto en los filtros de grava y arena como en el de - alta velocidad están equipados con un registro de medida suficiente para - permitir el cambio del medio filtrante y partes internas del filtro cuan - do éstas ya no estén en condiciones de un servicio adecuado. Sin embargo, - en ningún caso habrá registros de 6 cm. de diámetro. Los filtros deberán - tener un registro tipo de 28 cm. X 38 cm.

El sistema de distribución interior de arriba del filtro estará di - señado para resistir corrosión y deformación física al uso, en los dis - tribuidores entrará agua durante el ciclo de filtración y colectará agua - durante el ciclo de retrolavado con una área abierta por lo menos equi - valente a la tubería de retrolavado.

El sistema de distribución interior de la parte inferior del filtro - también es resistente a la corrosión y deformación física al uso, y dará - un flujo adecuado, y distribución para uniformizar la cama filtrante du -

rante el retrolavado y colectará el agua filtrada durante el ciclo de filtración; con la excepción de empleo de filtros de domo o un tipo similar de drenaje con aberturas al tamaño de 4.7 mm. todos los componentes de los distribuidores de la parte inferior serán reemplazados a través de un registro abierto en el filtro.

El material filtrante en los filtros deberá ser un material duro sílico libre de carbonatos u otros materiales; con partícula efectiva con medida de 0.4 mm. y 0.55 mm.; la profundidad de la arena en el filtro convencional será de un mínimo de 51 cm.

El material soportante de los filtros será un material redondo (grava) libre de piedra caliza y arcilla y consistirá por lo menos de 4 capas propiamente graduadas para poder soportar la arena del filtro; la profundidad total de la cama será por lo menos de 25 cm.

La caída de presión inicial de cualquier filtro operando a la velocidad del flujo diseñada, es medida en la entrada y en la descarga del filtro, esta no excederá de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>. Los filtros serán diseñados para resistir presiones desarrolladas por el peso del agua y los materiales contenidos.

La presión de trabajo en los filtros esta diseñada para un mínimo de 3.5 kg/cm<sup>2</sup>. (3)

La presión de prueba en el filtro esta diseñada y probada para evitar rugas y tener una solidez en la estructura y es de 15% más de la presión de trabajo; pero en ningún caso será la prueba de presión menos de 5.2kg/cm<sup>2</sup>. Los cálculos de diseño en la manufactura de éstos filtros indican que la presión de ruptura es de por lo menos 15 kg/cm<sup>2</sup>. en cada tanque, eso expulsará el aire que pueda tener el filtro, ésto se hace manualmente. (3)

La operación de un filtro es buena cuando se instala de acuerdo con -

la recomendación de manufactura, se opera el filtro en el ciclo de retro lavado de acuerdo con la velocidad especificada en la manufactura como - en la filtración media, la tierra sefa de un grado y peso propio, así - no se perderá velocidad en la operación del retrolavado usando una velocidad de 600 lpm/m<sup>2</sup>. de área de filtración, o la recomendada por la velocidad de flujo de retrolavado, que sin embargo es más grande. La arena estará completamente limpia cuando se retrolava por las especificaciones de fabricación. Cuando se opera a la velocidad de flujo diseñada - el medio filtrante permanecerá razonablemente plano o liso; el medio filtrante no debe impartir color, sabor ni olor al agua de la alberca y menos ser tóxica.

La cama filtrante no se quebrará ni desbaratará o canalizará en el filtro, cuando operemos a una presión diferencial de 1 kg/cm<sup>2</sup>. a través de la cama filtrante.

El indicador de velocidad de flujo y manómetros usados en los diferentes filtros son del tipo aprobado y con una variación aprobada para medir la presión total en la línea de entrada como la de la salida del sistema de filtración. Un indicador de velocidad de flujo con una variación apropiada será colocado en conexión con filtros para albercas públicas. El lugar o localización en donde los filtros serán colocados e instalados será un lugar de fácil acceso para operación, limpieza, mantenimiento y servicio. Los tanques serán colocados en un lugar bien ventilado, esto da como resultado reducir la corrosión externa, e instalados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. (6)

Para la limpieza regular del filtro, es necesario el mantenimiento correcto de la alberca, ya sea pública o residencial; ésto dará como resultado aumentar la vida del equipo así como una agua clara.

Los siguientes puntos serán de mucha importancia para el buen funcionamiento.

- a).- Limpieza de la trampa de la bomba, particularmente antes y después de la limpieza por vaciado de la alberca, y después de la limpieza del filtro.
- b).- Lubricar el motor de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- c).- Tener siempre bien empacadas las válvulas y bomba para que estén en buenas condiciones.
- d).- Inspeccionar los tanques por dentro una vez por lo menos en 4 meses y hacer las reparaciones o ajustes necesarios.
- e).- Reparar algunas fugas inmediatamente.
- f).- Tener las superficies protegidas contra corrosión por medio de pintura o limpieza regular.
- g).- Retrolavar el filtro regularmente, según la presión que indiquen los manómetros.
- h).- Inspeccionar y limpiar el sistema de alivio de aire regularmente en el filtro.

### CAPITULO III

#### COMPARACION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE FILTROS EXISTENTES.

##### DESCRIPCION DEL FILTRO DE ARENA CONVENCIONAL.

1.- Los filtros de arena convencionales están compuestos por lo siguiente: tanque, subdrenajes, tubería frontal, manómetros, válvula de alivio, dosificador químico, vaso de observación para retrolavado, medio filtrante y motobomba. (4)

2.- El tanque es de lámina de acero de 3.416 mm. equivalente al No. 10, soldado y con tapas cóncavas que corresponden al diámetro del tanque.

Todos los tanques están diseñados a una presión de trabajo de 3.5 kg/cm<sup>2</sup>. y son probados a una presión de 5.2 kg/cm<sup>2</sup>. con un factor de seguridad de 4 a 1.

3.- Los drenajes (a) colectores no son corrosivos del tipo lateral con orificios espaciados de 152 mm. de centro a centro para una mejor distribución del agua.- El colector principal y los colectores laterales de cloruro de polivinilo son usados en tanques de 1.52 m. de diámetro. En un tanque de 1.82 m. de diámetro y tanques más grandes, los colectores son de fierro fundido extra pesado y los laterales son de PVC. Se diseñan orificios abiertos en puntos bien distribuidos para igualar el agua a través del área seccional total del tanque.

4.- Plato deflector (b) en la parte de arriba.- El plato deflector está diseñado para distribuir el agua que entra al filtro de manera uniforme a través de todo el medio filtrante para proteger la cama contra la canalización. El plato está diseñado para que el agua entrante no caiga directamente sobre la arena.

5.- Registro.- (c) Los tanques deben tener un registro de 28 X 38 cm.

abertura que servirá para poder llenar el filtro una vez que se tenga - que cambiar tanto el medio filtrante como los subdrenajes, y para llenar lo al principio.

6.- En la parte superior e inferior (d) del tanque tiene tapas, toricónicas del mismo diámetro de la parte cilíndrica del filtro y con rebordes verticales completos para evitar la tensión en la soldadura del tanque, donde la tensión es más fuerte.

7.- Unión hembra.- (e) Los tanques tienen uniones hembras de acero soldados al tanque para aberturas de entrada y salida del mismo.

8.- Soportes.- (f) El tanque debe tener unos soportes de diseño pesado y durable para mantener el tanque en posición vertical; también con el fin de evitar corrosión de dicho tanque.

9.- Material filtrante.- (g) Los filtros usan arena de sílice la cual está tamizada y tiene una profundidad de 50 cm. aproximadamente, - con tamaños de las partículas de 0.45 a 0.55 mm. de diámetro, si la arena tiene más profundidad, cuando se lleva a cabo el ciclo de retrolavado, la arena sobrante se va al drenaje. (2)

10.- Soporte del medio filtrante.- (h) El filtro debe tener un soporte para no dejar pasar la arena, éste soporte consiste en cuatro tamaños de grava redonda adecuadamente tamizada y limpia. Deberán estar formando una capa de mas de 30 cm. de profundidad cada capa, y gravas - que tienen la siguiente forma; como se indica en la tabla No. 1.

11.- Tubería, válvulas y conexiones.- Todas las tuberías deberán ser cédula 40 de acero galvanizado (4mm. de grueso). También todas las conexiones de fierro colado o acero galvanizado como son tuercas unificadas, tes y uniones hembras.

12.- Bomba motor y trampa.- La capacidad de la bomba deberá ser suficiente para dar un gasto mayor en el retrolavado, que el de filtrado, ya que tiene que vencer la resistencia que presenta el medio filtrante. La motobomba deberá ser del tipo que no se sobrecargue bajo todas las condiciones normales de operación. El ruido que ésta motobomba produzca deberá ser mínimo.

La trampa de la bomba deberá ser de hierro colado o de bronce, con malla removible de acero inoxidable o latón con área abierta (perforaciones) que equivalga por lo menos a 4.5 veces la del diámetro de la tubería.

13.- Dosificador de alumbre.- El filtro deberá estar equipado con un dosificador de hierro colado o de bronce, completo con sus tuberías, válvulas y accesorios que alimentan un máximo de un kilo de alumbre al material filtrante, a una capacidad ajustable.

14.- Manómetros de presión.- Se necesitan dos manómetros con el fin de poder determinar la presión diferencial entre los caudales de entrada y salida del filtro, para que indiquen cuando es necesario lavar el filtro (retrolavado o limpiar mediante caudal invertido). Los manómetros tienen una capacidad de 0 a 4 kg/cm<sup>2</sup>.

15.- Ventanilla de observación.- Se instalará una ventanilla de observación en sitio conveniente en la línea del desagüe de retrolavado a fin de observar cuando el agua pase limpia, y así mismo indicar que el material filtrante está nuevamente limpio.

16.- Alivio de aire.- Se incluirá un sistema para evitar la acumu -

lación de aire dentro del tanque.

TABLA No. 1.

TAMAÑO DE PARTICULAS DE LAS GRAVAS

GRAVA NUMERO	TAMAÑO DE LAS PARTICULAS EN mm.		
5	3.17	a	6.3
4	6.3	a	12.7
3	12.7	a	19.
2	25.4	a	38.

INTRUCCIONES ESPECIALES PARA OPERACION Y MANTENI  
MIENTO DEL FILTRO CONVENCIONAL DE GRAVA Y ARENA.

Hay dos consideraciones básicas para la operación y mantenimiento de un filtro suponiendo que la alberca está llena con agua ordinaria.

1.- Operación correcta del equipo.

2.- Mantenimiento del equipo.

Primeramente para poner en operación un equipo se deben colocar subdrenajes y material filtrante como sigue:

Se colocan los subdrenajes al tanque, se comprueban de tal manera - que no tengan fuga alguna, una vez terminado esto se procede a colocar el soporte del medio filtrante que es la grava.

Se coloca la grava más gruesa del No. 3 en el fondo del tanque para cubrir los subdrenajes; después se añade la grava del No. 4 nivelando la - superficie correctamente, después se añade la grava del No. 5 y finalmente la arena sílice. Las cantidades que llevan dichos filtros son de acuerdo con su tamaño ya que su área filtrante aumenta.

Una vez lleno el tanque se coloca la tapa de tortuga o registro del tanque, asegurándose de que las superficies del empaque, tanto dentro del tanque como de la tapa, estén limpios; después se aprietan los tornillos de la tapa al mismo tiempo los dos y se asegura de que el empaque y la - tapa estén correctamente centrados.

Antes de poner en operación de filtrado el equipo se retrolava; ésto se hace con el fin de poder lavar un poco tanto la grava como la arena para no ensuciar el agua de la alberca; además dicho retrolavado va - a expulsar la arena que esté sobrante en el tanque.

Los filtros deben operarse el tiempo suficiente para mantener el agua cristalina continuamente, esto puede implicar operación continua o en algunos casos, sólo de 10 a 12 hrs. diarias.

Sin embargo, la regla es que el filtro nunca debe pararse a menos que el agua esté perfectamente clara. La mayoría de las albercas con desnatadores automáticos se operan continuamente para sacar el material que flota en la superficie antes de que se asiente en el fondo de la alberca y así reducir la limpieza manual.

Cuando el material filtrante esta sucio la presión del manómetro superior aumenta y la del manómetro inferior disminuye, aunque varía en algunos sistemas, la regla general es retrolavar los filtros cuando la diferencia entre los manómetros está entre 0.31 y 0.5 kg/cm<sup>2</sup>.

El cedazo de la trampa de la bomba debe quitarse y limpiarse una vez por semana usualmente después de usar la aspiradora, o mas frecuentemente si caen a la alberca muchas hojas y basuras.

Si el aire entra en los filtros por cualquier razón deberá purgarse abriendo la válvula de aire que se encuentra en la parte superior del filtro. El aire puede entrar al filtro por el uso incorrecto de la aspiradora subacuática, también por la entrada insuficiente de agua en la abertura del desnatador, o por fugas en las tuberías de succión. El aire puede sacarse rápidamente cerrando la válvula que permite al agua filtrada entrar en la alberca antes de abrir la válvula de aire.

En algunas instalaciones es aconsejable cerrar parcialmente la válvula de la succión principal para obtener una mejor acción del desnatador de superficie automático que va en lugar del rebosadero. Sin embargo la válvula de la succión principal deberá quedarse siempre abierta al menos dos vueltas, para continuar la filtración parcial del punto más profundo de la alberca. (5)

## MANTENIMIENTO DE EQUIPO

**Bomba.**- Los baleros de la bomba deben lubricarse con una grasera una vez por semana. Los motores con graseras abiertas pueden lubricarse con una o dos gotas de aceite según se necesite. No se deben lubricar motores con baleros, muy frecuentemente con aceite o graseras, por que se sobrelubrican, causando un calor y desgaste excesivo del metal.

**Trampa de la bomba.**- Los empaques de la trampa en la bomba deberán reponerse según sea necesario y hay que tener cuidado de ver que - los tornillos estén ajustados correctamente (pero no forzados) para - hacer un ajuste correcto. Si el cedazo que tiene la trampa llega a dañarse deberá reponerse inmediatamente para evitar que pasen a la bomba partículas grandes, y la llegasen a afectar.

**Dosificador de alumbre.**- Las superficies de los empaques deberán - mantenerse limpios y estos deberán reponerse cuando estén viejos y gastados. Los tornillos deberán mantenerse correctamente ajustados para - que la tapa quede bien cerrada. Las fugas deberán repararse inmediatamente.

**Válvulas.**- De vez en cuando los estoperos de las válvulas deberán - apretarse para detener las fugas; y después de un largo período de operación, en algunas ocasiones es necesario reponer el empaque alrededor - del vástago de las válvulas.

**Exteriores del metal.**- Cuando haya manchas de óxido deberán limpiarse cuidadosamente con lija o fibra y cubrirse con una capa de pintura- de plomo rojo u otro buen anticorrosivo. Se usa depués sobre éstas á - reas, pintura para metal.

## DESCRIPCION DEL FILTRO DE TIERRA DIATOMACEA.

### Planta filtrante.

La planta filtrante descrita será del tipo de Tierra Diatomácea a presión el cual se va a comparar con los demás tipos de filtros.

La planta filtrante será un producto de una compañía regularmente encargada en la manufactura de equipo de filtración para agua con un mínimo de 5 años de experiencia en la manufactura de equipo de filtración de Tierra Diatomácea para albercas. (9)

La planta filtrante consiste de un filtro, tubería frontal de cobre, válvulas, manómetros y una bomba integral para recircular el agua lo cual será fabricado y ensamblado por la fábrica de equipo original.

La unidad filtrante será del tipo horizontal con discos circulares de 30.7 cm. de diámetro espaciados dentro del recipiente del filtro que sirve para coleccionar sólidos, lleva el flujo a través de ellos y diseñado para mantener un balance hidráulico absoluto durante la operación de filtrado.

Los filtros están diseñados para permitir la limpieza de los discos por un mecanismo de manejo por medio de una rotación de una manija durante un intervalo, a este paso se le llama proceso de retrolavado.

### Filtro.

El tanque del filtro será de 45.7 cm. de diámetro y estará construido de lámina de acero con un mínimo de pared de 12 mm. y un mínimo de grosor de la tapa de 4.5 mm.

El tanque está soportado por un tipo de caja que va anclada en el -

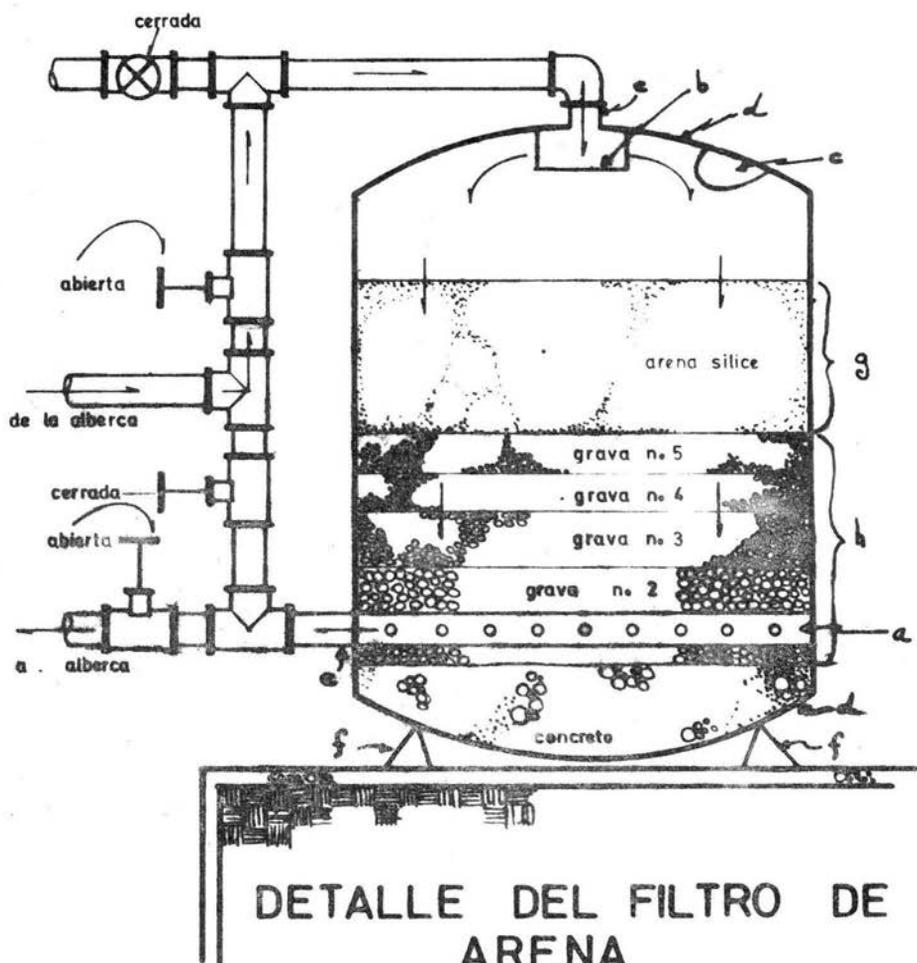


Fig. 1

piso y será ensamblado por medio de un cordón de soldadura de trabajo pesado. La tapa del tanque está unida al cuerpo por medio de un empaque de neopreno que forma un sello para evitar la salida del agua. El filtro está protegido contra la corrosión por medio de un aislante dieléctrico sintético. El filtro está diseñado para una presión de rotura de  $14 \text{ kg/cm}^2$ . y probado a  $5.2 \text{ kg/cm}^2$ . son medidas que exige la NSF. (6)

#### Recubrimiento.

Toda la superficie del tanque está recubierta por una capa de porcelana muy delgada para protegerlo de grasas, ácidos, aceites y sustancias que pudieran atacarlo.

Un ánodo de magnesio está montado en el tanque para protegerlo de una electrólisis, puede ser cambiado cuando sea necesario.

#### Ensamble de discos.

El ensamble de discos se le llama al conjunto de discos, montados en un eje, con separadores y sellos entre uno y otro y estarán hechos de un material sintético no corrosivo como puede ser plástico, u otro material resistente.

Los discos son moldeados por inyección de alto impacto de estireno, forrados con una fibra de dacrón para evitar el pago de arena o materia orgánica. Los discos están diseñados para tra ajar a una presión de prueba de  $5.2 \text{ kg/cm}^2$ .

El espacio entre uno y otro disco es de 25.4 mm.

### Telómetro.

El telómetro consiste en un aparato que va ensamblado al filtro en la parte superior, sirve para medir la presión interior del filtro, tiene dos zonas el telómetro, una de color verde la cuál indica una presión de trabajo, en el interior del filtro es excesiva por estar sucio, se debe hacer el proceso de retrolavado. También tiene el telómetro una válvula de alivio de aire. (9)

**INTRUCCIONES ESPECIALES  
PARA OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL FILTRO DE TIERRA DIATOMACEA.**

- No. 1.- Válvula unitrol (2 posiciones) Ver fig No. 2.  
 No. 2.- Válvula de purga de aire.  
 No. 3.- Válvula para succionar la ayuda filtrante para la formación de la precapa  
 No. 4.- Válvula de succión para aspiradora de limpieza del fondo.  
 No. 5.- Válvula de succión para desnatador.  
 No. 6.- Válvula de succión para dren principal.

NOTA: POSICIONES DE OPERACION DE LA VALVULA UNITROL:

FILTRA: Palanca hacia abajo.

RETROLAVADO: Palanca hacia arriba.

(NOTA: El tanque se drenará con la manija de la válvula en posición de retrolavado cuando la válvula de purga de aire se encuentra abierta.

**TABLA No. 2**

OPERACION	VALVULA	NUMERO					BOLBA
		2	3	4	5	6	
ARRANCAR FILTRO		•					OPERANDO
PARA FORMAR LA PRECAPA EN EL FILTRO	Posición de filtrado palanca hacia abajo	•					OPERANDO
Operación normal de filtrado							OPERANDO
RETROLAVADO (véase instrucciones "Para limpiar el filtro")	Posición de retrolavado palanca hacia arriba	•					OPERANDO
DRENADO DEL TANQUE DEL FILTRO							PARADA
PARA LIMPIEZA DE FONDO CON ASPIRADORA	+ Posición de filtrado			•			

NOTA: • INDICA VALVULA EN POSICION DE ABIERTA

+ Cuando la alberca se encuentre extremadamente sucia, ábrase el filtro, quítense los discos, vuélvase a cerrar la tapa del tanque y colóquese la válvula # 1 en posición de retrolavado.

PARA ARRANCAR EL FILTRO.

- 1.- Cebear la bomba quitando la tapa de la trampa de pelo y llenar el colador con agua. (ver tabla No. 2)
- 2.- Colocar las válvulas como se indica en el cuadro referente a colocación de válvulas, para arrancar el filtro.
- 3.- Poner la bomba en operación.
- 4.- Cuando todo el aire ha sido expulsado del tanque del filtro, cerrar la válvula de purga de aire # 2.

PARA FORMAR LA PRECAPA EN EL FILTRO:

Formar la precapa con la cantidad requerida de ayuda filtrante (733 gramos por metro cuadrado de área de filtración 0.15 libras por pie cuadrado de área de filtración). Puede fabricarse una medida utilizando una -  
leta de aceite automotriz. (Ver tabla No. 3)

TABLA No. 3

CANTIDAD DE AYUDA FILTRANTE REQUERIDA PARA FORMAR LA PRECAPA  
EN DISTINTOS TIPOS DE FILTROS DE TIERRA DIATOMACEA.

Modelo de filtro	MKV-15	MKV-20	MKV-25	MKV-33
Pies <sup>2</sup> de área de filtración	15	20	25	33
m <sup>2</sup> de área de filtración	1.39	1.86	2.32	3.06
Gramos de ayuda filtrante (Tierra diatomácea)	1018	1363	1700	2243
Libras de ayuda filtrante (Tierra diatomácea)	2 1/4	3	3 1/2	5

Ayuda filtrante recomendada: Johns-Manville Celite 545

NOTA: (deberá agregarse ayuda filtrante para formar la precapa del filtro después de cada limpieza, para proteger los discos de ser -  
impregnados con impurezas y asegurar ciclos de filtrado más prolongados).

- 1.- Colocar la cantidad requerida de ayuda filtrante en una cubeta, -  
mezclarla con agua. Con la bomba en operación ábrase la válvula -

precapa (No. 3), y la mezcla deberá ser introducida al filtro. cerrar la válvula de precapa (No.3) justamente antes de que toda la mezcla sea transferida al filtro, para eliminar la entrada de aire a la bomba. Ver table No. 3.

2.- Una alternativa en este método puede ser seguida, en albercas con desnatador de tipo fijo. Con la bomba en operación y agua fluyendo a través del desnatador, agregar la ayuda filtrante en polvo, dentro del cuerpo del desnatador, y en esta forma será llevada directamente al filtro.

#### PARA LIMPIAR EL FILTRO:

1.- Colocar las válvulas como se indica en el cuadro de posiciones para RETRCLAVADO, poner la bomba en operación por 15 a 20 segundos y simultáneamente girar con rapidez la manivela de lavado, (ubicada en la parte posterior del filtro). Ver table No. 2.

2.- Parar la bomba, abrir la válvula de purga de aire # 2, hasta permitir que el tanque sea drenado.

3.- Poner la bomba en operación por 30 segundos y girar simultáneamente la manivela de lavado (ubicada en la parte posterior del filtro) lentamente, cerrar la válvula de purga de aire (No. 2) una vez que todo el aire ha sido expulsado del tanque del filtro.

4.- Repetir el paso No. 2, hasta permitir que el tanque del filtro sea drenado.

5.- Repetir las instrucciones para colocar la precapa en el filtro.

Para los filtros instalados en donde no sea posible drenarse por gravedad, sino a presión.

1.- Colocar las válvulas como se indica en el cuadro de posiciones, para RETROLAVADO, poner la bomba en operación. Girar la manivela del lavado intermitentemente. Continuar el retrolavado con la bomba en operación, hasta observar que el agua pase clara en el vaso de observación del retrolavado, instalado en la línea de dren.

Repetir las instrucciones para colocar la precapa.

#### NOTAS GENERALES:

Cuando la presión inicial con los discos limpios indica 0.25 a 0.35 kg/cm<sup>2</sup> (4 a 5 lbs/pulg<sup>2</sup>) más que cuando el equipo fué arrancado originalmente, quitar la tapa posterior del tanque del filtro y sáquese el conjunto de discos. Esto se obtiene jalando los mismos en línea-recta hacia atrás con un ligero movimiento de torsión. Cepillar a mano suficientemente cada uno de los discos usándose un jabón. Si los discos aparecen cubiertos con incrustaciones, lavar con solución de ácido-muriático diluido al 10 a 1. Enjuagar nuevamente antes de colocarse dentro del tanque. Colocar los discos nuevamente en el tanque, cuando los discos se encuentren fuera del tanque, inspeccionar el ánodo de magnesio y reemplazarlo con un nuevo ánodo si se encuentra desgastado o deteriorado, la garantía del equipo será nula si el ánodo no es reemplazado cuando sea necesario. Los discos y el ánodo deberán ser inspeccionados por lo menos cada 6 meses (9)

#### ADVERTENCIA:

Nunca se debe permitir que la bomba trabaje en seco, en vista que el sello requiere de agua para su lubricación. Cuando la bomba sea nueva ó haya sido drenada, llenar el colador de la bomba con agua antes de arrancarse.

No se intente lubricar los baleros del motor eléctrico, en vista - que los mismos son de tipo sellado y no requieren lubricación por vida - del motor. Si un calentador para alberca es instalado en conjunto con el sistema de filtración, una válvula de retención deberá ser instalada entre el filtro y el calentador. Esto prevee que el agua extremadamente caliente, de aproximadamente  $93.3^{\circ}\text{C}$  ( $200^{\circ}\text{F}$ ) puede regresar al filtro - cuando la bomba se encuentre parada. Los discos del filtro no han sido diseñados para resistir prolongada exposición a agua de temperaturas mayores de  $65.5^{\circ}\text{C}$  ( $150^{\circ}\text{F}$ ).

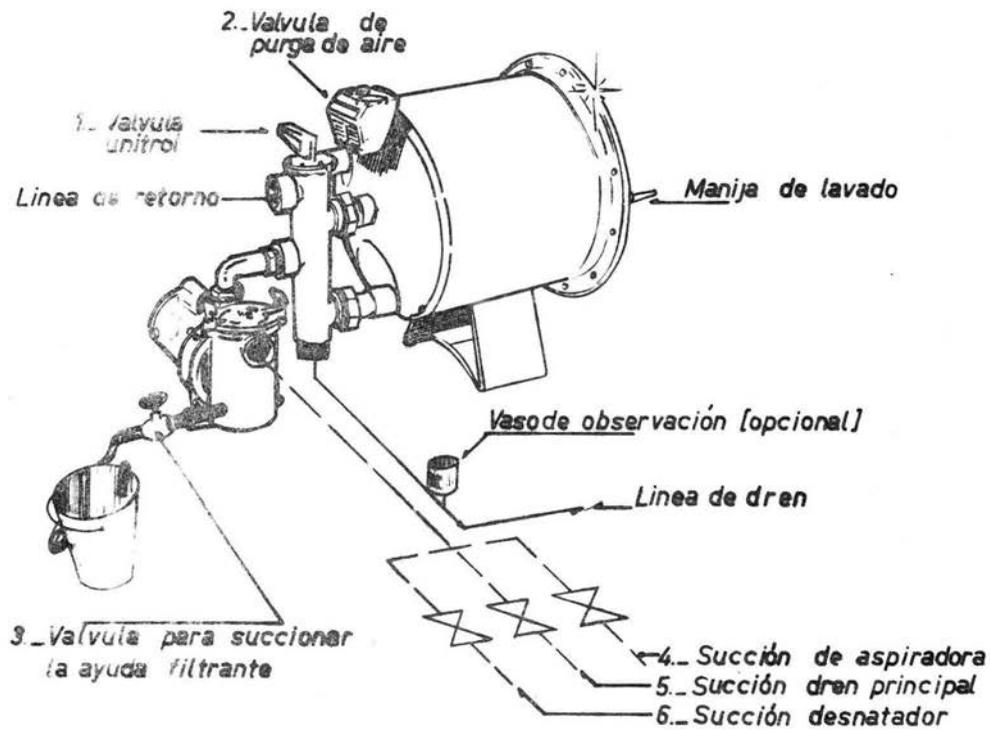


Fig. 2

## ENSAMBLE COMPLETO DEL FILTRO DE TIERRA DIATOMACEA.

- 1.- Tanque compacto con interior completamente porcelanizado, diseñado para operar a una presión arriba de  $35 \text{ kg/cm}^2$  ( $14 \text{ kg/cm}^2$  presión - de rotura). Todas las conexiones de plomería al final del tanque son - fáciles de desensamble para facilitar su servicio (9).
- 2.- La tapa del tanque está asegurada por tuercas y pernos espaciados. Fácil acceso para el interior del tanque con esta tapa.
- 3.- Eje-ensamble incluyendo perno y sellos. Moldeada por inyección provista de una superficie lisa para sellar mejor y fácil rotación de - los discos.
- 4.- Manija moldeada por inyección para trabajo pesado y para fácil limpieza del perno.
- 5.- Empaque sello de doble labio que asegura un sello total o positivo a toda presión sobre el tanque y la cubierta o tapa.
- 6.- Juego de discos del filtro diseñados en una forma integral para la colección del flujo.
- 7.- Salida especial moldeada por inyección adaptada con doble sello alrededor del tubo porta-discos.
- 8.- Orificio de entrada moldeada por inyección propia para el flujo hidráulico para cada antecapa.
- 9.- Casquillos aisladores dieléctricos del filtro, de metal para - prevenir el ataque electrofítico.
- 10.- Consola telómetro moldeada por inyección incluye una zona que mide la presión, válvula de alivio y datos de especificación del filtro.

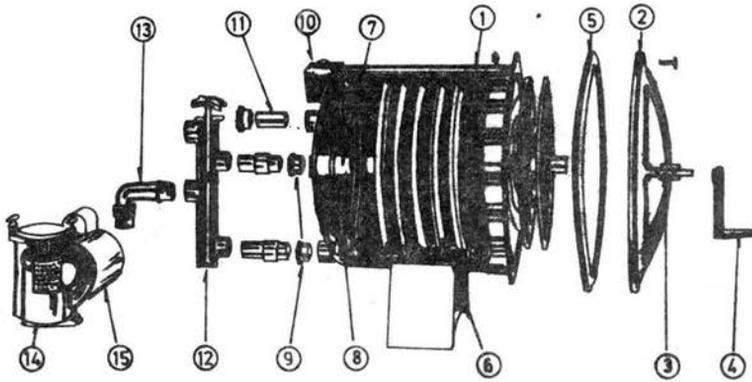
11.- Anodo de magnesio para trabajo pesado fundamental para el filtro, accesible desde el exterior del tanque para inspección o reemplazo.

12.- Válvula unitrol para operación sencilla. Hecha de bronce con una manija moldeada por inyección.

13.- Manija de descarga ajustable moldeada por inyección que puede acoplarse rápidamente entre la bomba y la válvula.

14.- Bomba hidráulica diseñada y construida totalmente en bronce, - con impelente semfabierto, y cedazo para trampa moldeado por inyección.

15.- Motor para trabajo pesado con su capacitor. Ver figura No. 3.



DETALLE DEL FILTRO DE TIERRA  
DIATOMACEA

Fig. 3

## DESCRIPCION DEL FILTRO DE ALTA VELOCIDAD

El filtro especificado en esta sección es del tipo de alta velocidad a presión, diseñado por una compañía dedicada a la manufactura de equipo de filtración para agua con un mínimo de 10 años de experiencia en la manufactura de equipo de filtración para albercas públicas o residenciales. (10)

La planta filtrante consiste de una unidad filtrante, tubería frontal, válvula de varios pasos de bronce fundido, sistema de distribución y colección hidráulica de plástico moldeado, manómetro, bomba para recircular y trampa de pelo. (11)

El filtro está diseñado para operar a  $500 \text{ lpm/m}^2$  o a  $800 \text{ lpm/m}^2$  - de área filtrante.

### Tanque-filtro.

El tanque filtro es de un diámetro especificado para capacidad dada y construido de lámina de acero.

La tubería se encuentra desde el fondo de la unidad filtrante hasta la tapa que puede sacarse fácilmente sin desensamblar la tubería, - si es necesario cambiar el medio filtrante.

El tanque filtro está soportado por medio de un faldón de lámina de acero, anclado al piso por tornillos.

El tanque filtro está diseñado para una presión mínima de rotura de  $14 \text{ kg/cm}^2$  y probado a  $5.2 \text{ kg/cm}^2$  de acuerdo con los requerimientos que exige la NSF. (6)

#### Medio filtrante.

El medio filtrante es un material silicoso duro, de grado uniforme comunmente llamado arena sílice grado cristal; no debe contener arcilla ni piedra caliza. La arena sílice del filtro es de un grado tamiz No. 20 U.S.B.S. de abertura de 0.84 mm.

#### Tubería frontal.

La tubería frontal consiste en una válvula de plástico Cycolac moldeado a inyección manual y conexiones para tubería PVC cédula 50. La operación para el ciclo de filtrado y retrolavado se puede llevar a cabo con una simple rotación manual de la válvula, ya que como se ve en el dibujo, figura No. tiene unos discos pistón con empaques para sellar perfectamente y al efectuar la rotación cambian de posición para llevar a cabo los ciclos. El filtro está conectado a la bomba por medio de conexiones plásticas moldeadas de PVC. Ver figura No. 4.

INSTRUCCIONES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO  
DE LOS FILTROS DE ALTA VELOCIDAD.

PARA PONER EN OPERACION EL FILTRO POR PRIMERA VEZ:

- 1.- Asegurar del nivel del medio filtrante dentro del tanque.
- 2.- Parar la bomba.
- 3.- **CEBAR LA BOMBA.**- Quitar la tapa de la trampa de pelo de la bomba. Abrir las válvulas de succión. Poner una manguera de jardín de la trampa de la bomba y llenarla con agua, por lo menos dos minutos, seguida cerrar todas las válvulas de succión y dejar que la trampa de la bomba se llene.
- 4.- Poner la tapa y apretar bien los tornillos mariposas.
- 5.- Colocar la palanca de la válvula "Dialatrol" en la posición de "RETROLAVADO"
- 6.- Abrir cualquiera de las válvulas de succión y arrancar la bomba. Dejar operando la bomba 5 minutos. Este ciclo permite eliminar cualquier exceso de arena ó sólidos extraños que contenga lamisma.
- 7.- Parar la bomba.
- 8.- Colocar la palanca de la válvula "Dialatrol" en la posición de "FILTRADO".
- 9.- Cerrar la válvula de la boquilla de succión, ajustar la válvula de la línea del dren principal y del desnatador.
- 10.- Poner la bomba en operación.
- 11.- NOTA:  
Cuando se llena una alberca nueva, el filtro tendrá que retro-  
laverse una vez al día, hasta que el agua este clara y brillante. Hay-

que retrolavar, cuando la presión del manómetro indique 0.7 a 1.05 -  
kg/cm<sup>2</sup> (10 a 15 lb/pulg<sup>2</sup>), arriba de la presión inicial de operación.

#### FILTRACION.

1.- Colocar la palanca de la válvula "Dialatrol" en la posición de FILTRADO.

2.- Poner la bomba en operación. Ver figura No. 6.

3.- Ajustar la válvula de la línea del dren principal y del desnatador para balancear el flujo de agua.

#### RETROCLAVADO.- VER NOTA 11 EN "PARA PONER EN OPERACION POR PRIMERA VEZ"

1.- Con la bomba parada, colocar la palanca de la válvula "Dialatrol" en la posición de RETROCLAVADO. Ver figura No. 7.

2.- Poner la bomba en operación 2 1/2 minutos, ó hasta que el agua que pasa por el vaso de observación salga clara.

3.- Parar la bomba.

4.- Repetir las instrucciones para el ciclo de FILTRADO.

#### LIMPIEZA DEL CEDAZO DE LA TRAMPA DE PELO.

1.- Parar la bomba.

2.- Quitar la tapa de la trampa de pelo y sacar el cedazo para su limpieza.

3.- Colocar el cedazo en el interior de la trampa y poner la tapa -  
apretando bien los tornillos mariposa.

4.- NOTA:

Para prevenir que el tanque del filtro no se drene durante la -

limpieza del cedazo, procure poner la tapa de la trampa y apriete los - tornillos mariposa.

PARA LA LIMPIEZA DEL FONDO DE LA ALBERCA CON LA ASPIRADORA.

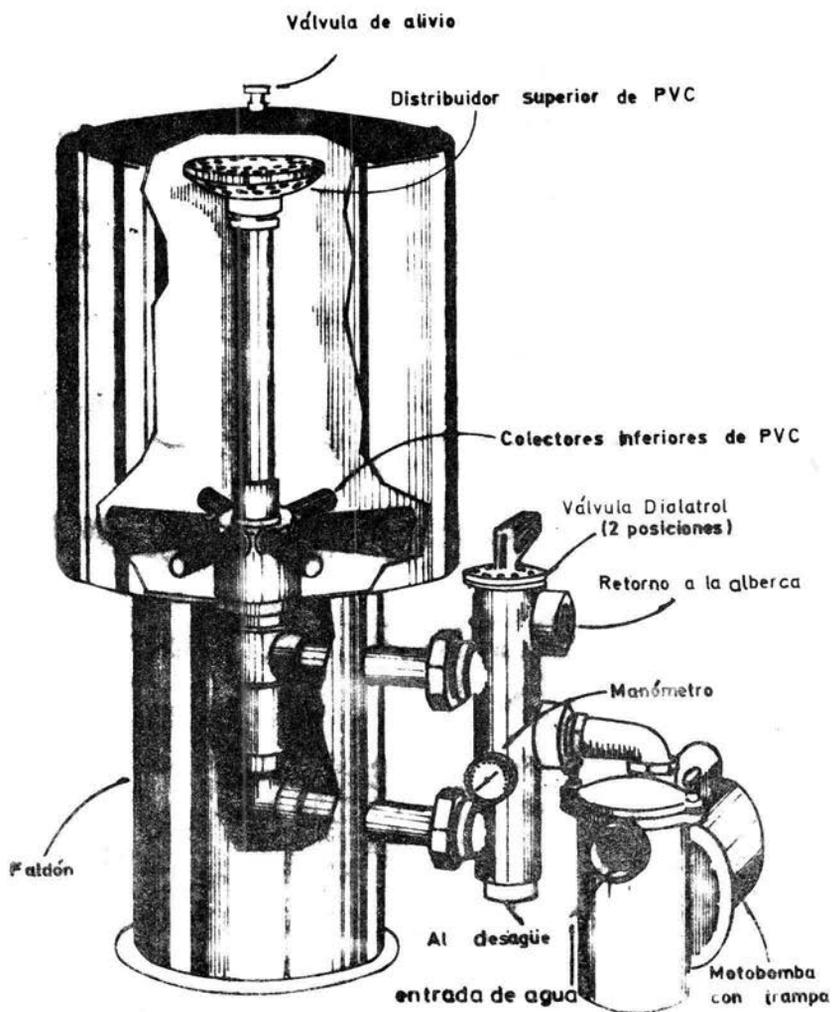
- 1.- Parar la bomba.
- 2.- Colocar la palanca de la válvula "Dialatrol" en la posición de FILTRADO.
- 3.- Cerrar todas las válvulas de succión, excepto la válvula de la línea de vacío.
- 4.- Asegurarse de colocar el cedazo en la aspiradora en el agua - primero llenar la manguera con agua y colocar el conector de la manguera en la boquilla de pared.
- 5.- Poner la bomba en operación.
- 6.- Después de limpiar la alberca, el filtro debe retrolavarse para desalojar la tierra y sólidos acumulados. Igualmente se deberá de - efectuar la limpieza del cedazo.

PARA VACIAR LA ALBERCA.

- 1.- Parar la bomba.
- 2.- Cerrar todas las válvulas de succión con excepción de la válvula del dren principal.
- 3.- Colocar la palanca de la válvula "Dialatrol" en la posición - del "DRENAJE".
- 4.- Poner en funcionamiento la bomba y no pararla hasta que la alberca este vacía.

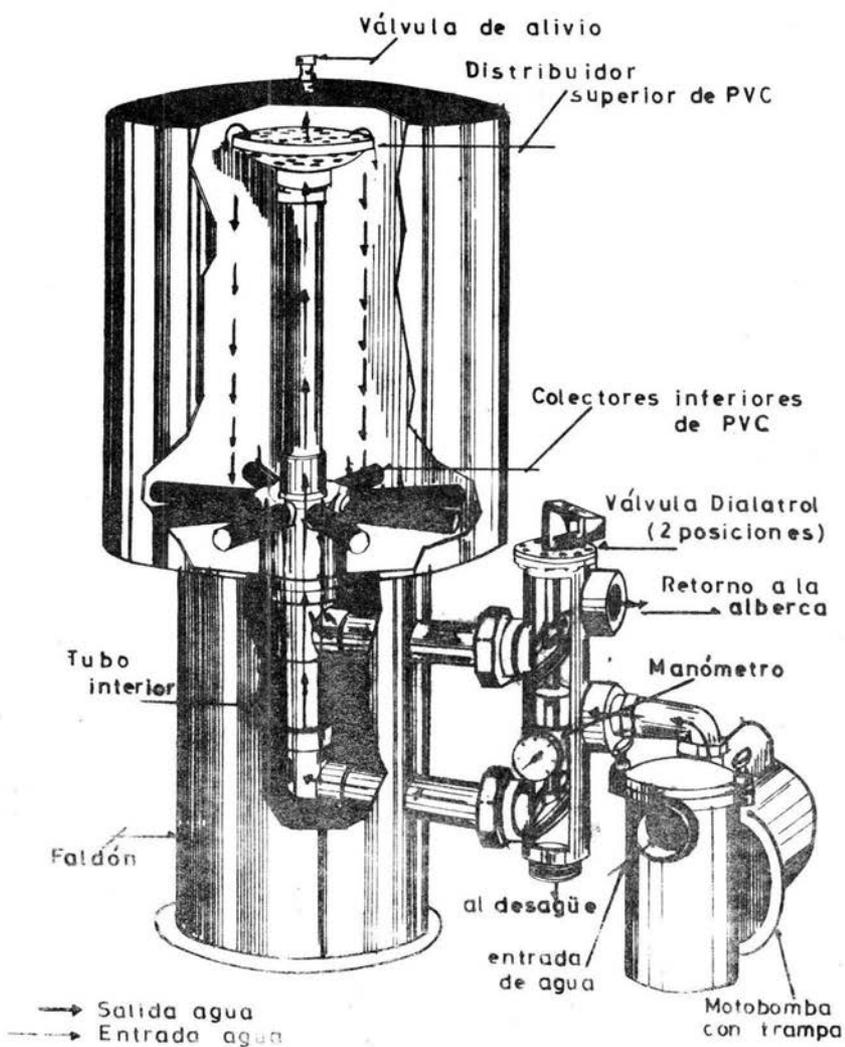
PARA VACIAR EL EXCESO DE AGUA.

- 1.- Parar la bomba.
- 2.- Colocar la palanca de la válvula "Dialatrol" en la posición de DRENAJE.
- 3.- Poner en funcionamiento la bomba y dejarla operando hasta que - el agua llegue al nivel deseado.
- 4.- Parar la bomba.
- 5.- Regresar la palanca de la válvula "Dialatrol" en la posición de FILTRADO.

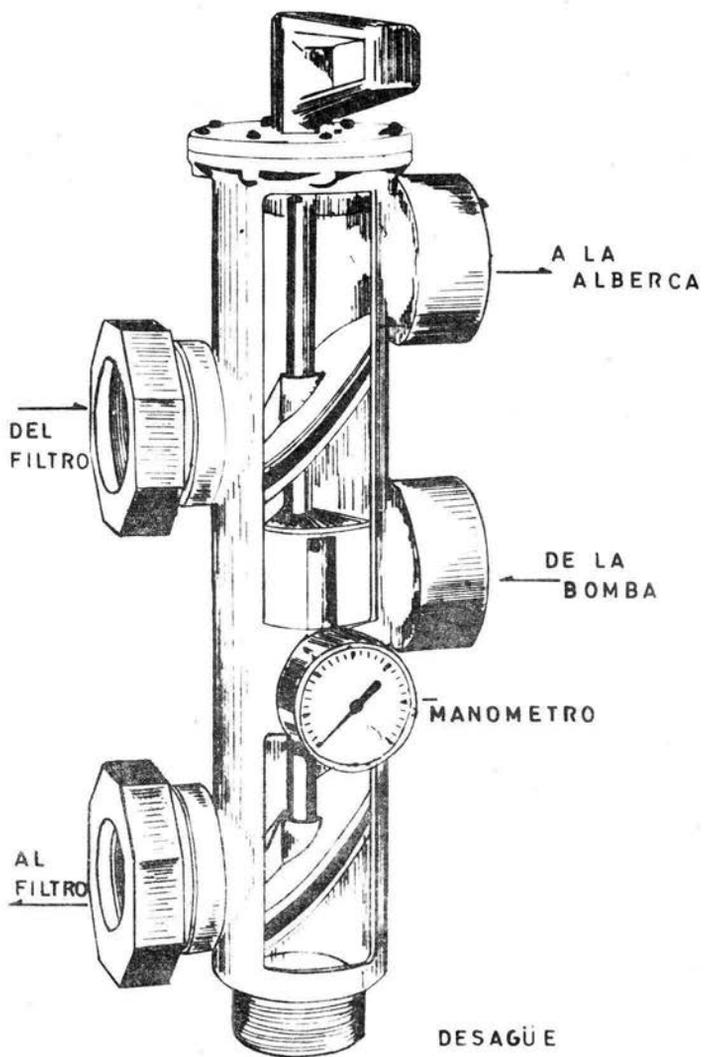


## DETALLE DEL FILTRO DE ALTA VELOCIDAD

Fig 4

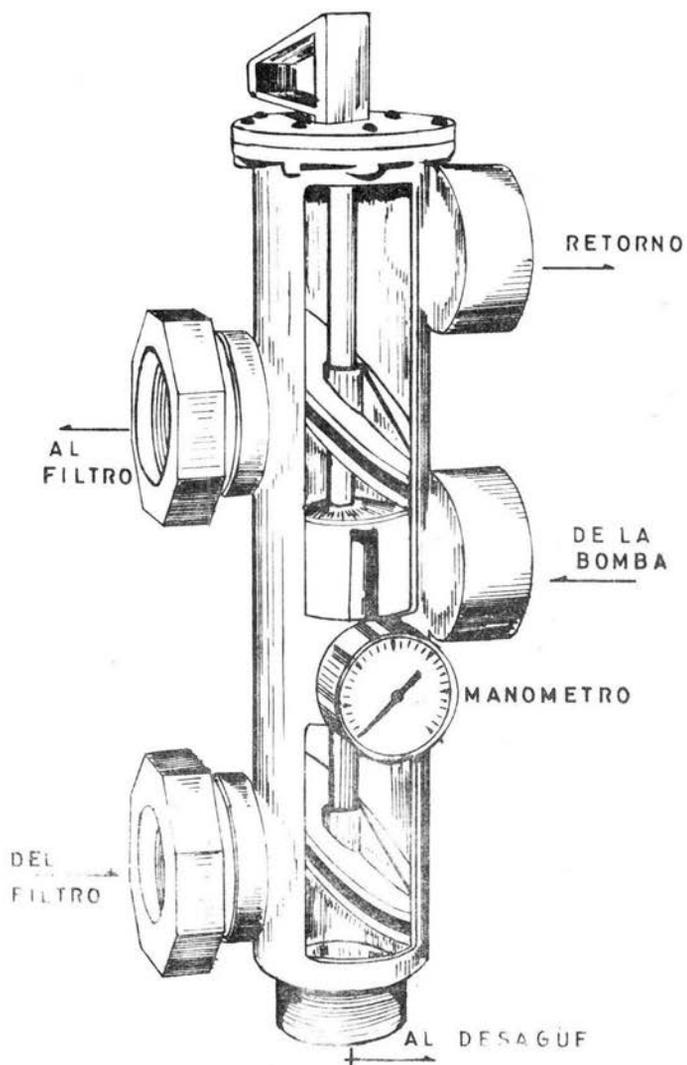


FILTRO DE ALTA VELOCIDAD



VALVULA DIALATROL  
POSICION DE FILTRADO

Fig. 6



**VALVULA DIALATROL  
POSICION DE RETROLAVADO**

Fig. 7

COMPARACION DE OPERACION DEL FILTRO DE  
ALTA VELOCIDAD CON EL FILTRO DE GRAVA-  
Y ARENA (CONVENCIONAL)

Como indican las tablas de capacidad del filtro de alta velocidad a presión opera a una velocidad de 10 veces más alto que los filtros a presión de arena (convencional). (3)

Se han hecho diversas experiencias como el filtro de alta velocidad de tanques a presión con ventana de observación, han sido probados para notar los diversos pasos de la operación del filtro; como son, presión, turbiedad, flujo y medida del tiempo han sido tomados también para observaciones visuales.

La figura No. 1 muestra el diagrama, de un filtro de alta velocidad a presión. Puede verse que las unidades se diferencian en dos aspectos principales:

1.- El equipo de distribución recolección está diseñado sobre principios científicos en el filtro de alta velocidad, ya que el filtro de arena usa una forma mucho más simplificada del equipo interior.

2.- El filtro de arena tiene varios grados de grava y tierra, en el filtro de alta velocidad se usa una capa de más espesor del medio filtrante y que es pura arena de sílice.

Se ha observado que cuando la velocidad de flujo es aumentada en un filtro de arena regular, el medio filtrante se desplaza, y produce turbulencia en el agua de fluye. Se canaliza frecuentemente cuando aumenta el flujo o aumenta la presión diferencial aplicada en el filtro de arena.

Puede notarse que el diseño específico del flujo hidráulico se balancea, en el filtro de alta velocidad, la turbulencia en el agua se -

reduce a unos límites muy bajos y el flujo que pasa en el medio filtrante es casi paralelo.

Se notó que la velocidad de flujo de 800 lpm/m<sup>2</sup> se puede aplicar al filtro de flujo balanceado, sin desplazar el medio filtrante ni - causar canalización en él.

Varias pruebas hechas sobre la penetración de sólidos en el cuerpo del medio filtrante han demostrado que la velocidad de penetración puede ser proporcional a la cantidad de sólidos en suspensión en el agua de entrada y para la velocidad de flujo aplicada. Por ejemplo, en agua que ha sido recuperada en plantas que manejan sólidos orgánicos (aproximadamente 20 ppm) penetra al medio filtrante a una velocidad de 10.2 a 15.2 cm/hora, cuando la velocidad de flujo es de 800 - lpm/m<sup>2</sup>. El agua de la alberca contiene de 3 a 5 partes por millón de sólidos suspendidos a una velocidad de menos de 20.3 cm/día. (12)

El filtro de alta velocidad puede operar a una presión diferencial de 3.16 kg/cm<sup>2</sup>, al final de ciclo de filtrado está controlada por penetración del medio filtrante más allá del límite de la presión diferencial. Usualmente el filtro es retrolavado cuando la presión diferencial es de 0.75 kg/cm<sup>2</sup>.

Un filtro de arena convencional debe retener los sólidos en 19 mm. arriba del medio filtrante con un retrolavado normal. Es lógico que el mismo volumen de sólidos puede ser retenido en el filtro de alta velocidad sobre una área mucho mas reducida.

En el retrolavado el diseño del sistema de drenajes en el filtro de alta velocidad causa fuerte agitación en el medio de trabajo. La condición de flujo balanceado inducida por el sistema colector reduce la velocidad del agua abajo de la velocidad supuesta del medio.

La expansión de la cama se notó que es menor de 152 mm. a la velocidad de retrolavado de 800 lpm/m<sup>2</sup>. Se notó que los sólidos recolectados son descargados durante los primeros 75 segundos de retrolavado es aproximadamente de 2 minutos y medio.

En una alberca con operación normal los ciclos de filtrado son de 4 a 7 días, frecuentemente con bañistas. La misma velocidad de flujo de el agua es usada para retrolavar como para una filtración regular. Esto simplifica la medida de la bomba y válvulas.

#### CAPACIDAD DE COMPARACION.

Cuando se compara la capacidad de un filtro de arena convencional el cual normalmente trabaja a una velocidad de 120 lpm/m<sup>2</sup> de área filtrante, las ventajas del filtro de alta velocidad de arena en costo de equipo y espacio requerido, están indicados en la tabla No. 4.

TABLA No. 4

COMPARACION DE TAMAÑO Y CAPACIDAD ENTRE FILTRO DE ALTA VELOCIDAD Y FILTRO DE ARENA CONVENCIONAL						
FILTROS DE ALTA VELOCIDAD			FILTROS CONVENCIONALES			
Velocidad filtración	Número de filtros	Diámetro del tanque en cm.		Velocidad filtración	Número de filtros	Diámetro del tanque en cm.
800lpm/m <sup>2</sup>				120lpm/m <sup>2</sup>		
1	50		IGUAL A	2		91
1	61		0	2		122
1	77		MAS GRANDE	2		137
2	122			3		183
1	152		QUE	3		228
2	152			2		274

## COMPARACION MEDIO FILTRANTE.

Los sistemas de filtración mas usados que existen en la actualidad, y los cuales se van a comparar entre sí, son:

- a).- Filtración rápida a base de grava y arena.
- b).- Filtración rápida a base de tierra diatomácea.
- c).- Filtración ~~alta~~ a velocidad a base de arena sílice.

Esta última es la que está dando mayor resultado en todos los aspectos que los métodos anteriores; tiene mayores ventajas.

La arena filtrante debe de ser una arena dura y que resista la acción de ácidos; generalmente se utilizan arenas cuarcíferas, ya que no debe exceder de un 2% de contenido de magnesio y calcio.

En los filtros de gravas y arenas, se utilizan gravas como soporte del medio filtrante. El peso volumétrico de la grava es de 1500 - a 2000  $\text{kg/m}^3$ .; se colocan varias capas de grava de números diferentes desde una grava de 38 mm. de diámetro hasta una de 3.17 mm., ésto es con el fin de que la arena quede soportada y evitar que se salga, y además que permita el paso del agua.

El diámetro de la arena varía de 0.59 mm. a 0.84 mm. El peso volumétrico de la arena es de 1400 a 1600  $\text{kg/m}^3$ , el espesor que debe tener la capa de arena es igual a la totalidad de la grava que sirve de soporte.

El filtro convencional tendrá una arena del No. 20 U.S.B.S. de abertura de 0.84 mm., y sin coagulante permitirá el paso de partículas hasta de 100 micrones. Cuando se ha acumulado algo de material orgánico en la superficie del filtro la calidad de la filtración aumentará y después de una semana de recirculación del agua en una alberca, la filtración que se obtendrá será hasta de menos de 10 micrones de -

tamaño; él mismo filtro, con la adición de alumbre u otro coagulante, podrá retener partículas de cinco a diez micras de tamaño. Pero esto no es una acción positiva, por lo tanto, algunas de las partículas mas grandes pueden pasar, el filtro de grava y arena es un filtro de poca profundidad.

El filtro de tierra diatomácea es un filtro de efecto de "superficie" por lo que, el área disponible para filtración está severamente limitada. El medio filtrante es tierra diatomácea celite de 545, uno de los grados más gruesos; todas las partículas de 2 o más micras son retenidas en la superficie del filtro. La filtración con tierra diatomácea retendrá toda el alga y bacterias. El uso de grados mas finos de tierra diatomácea puede reducir la retención de partículas de menos de un micrón y aumentar el retener bacterias, sin embargo el filtro de tierra diatomácea es también de poca profundidad.

Los filtros de alta velocidad con arena No. 30 U.S.B.S. de abertura de 0.59 mm. y cuando operan a mas del caudal crítico ( $493 \text{ lpm/m}^2$ ) - retendrán partículas de cinco a diez micras de tamaño y así mismo retendrán algunas partículas mas pequeñas. El filtro de alta velocidad es un filtro que utiliza el espesor total del material filtrante para el almacenaje de sólidos. No se requiere ningún coagulante en el filtro de alta velocidad. Colará mecánicamente partículas mayores que las de tamaño crítico.

El filtro de alta velocidad, usando material filtrante del No. 20 U.S.B.S. de abertura de 0.84 mm. menos efectivo en retención de partículas al iniciar la operación, pero se obtiene una mejora durante el ciclo, a menos que los métodos de control de alga sean muy bien observados, en periodos cortos. El filtro de alta velocidad usando material del No. 30 U.S.B.S. de abertura de 0.59 mm. el alga se acumula ta

pándola. Por lo tanto como regla general, las albercas residenciales deberán abastecerse con material del No. 20 U.S.B.S. de abertura de - 0.84 mm. para los filtros de alta velocidad, ya que estos son más tolerantes a las mayores cantidades de alga que frecuentemente se encuentra.

El filtro de tierra diatomácea retendrá partículas mayores de 2-micrones (7). El filtro de alta velocidad retendrá todas las partículas mayores de 10 micras y un porcentaje de partículas mas pequeñas. El filtro convencional con coagulantes.

Operará en la misma forma que el de alta velocidad, pero sin coagulante, puede pasar partículas hasta de 100 micras de tamaño.

El uso del agua de lavado es de 80 lpm/m<sup>2</sup> en un filtro de tierra diatomácea 300 lpm/m<sup>2</sup> en un filtro de alta velocidad, por un período de 2 minutos en cada uno.

En los filtros de arena convencionales requerirán un caudal de - 493 lpm/m<sup>2</sup>.

DESCRIPCION DEL AREA DE FILTRACION.

El período de filtración del agua de una alberca varía según de acuerdo con el uso a que este destinaer, ya que la Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública a fijado el tiempo de recirculación del agua de albercas residenciales y públicas, basándose en normas estadounidenses(7).

Para uso particular o residencial se ha fijado una recirculación de 16 horas mínimo para el volumen total de la alberca. Para albercas de uso público, tales como hoteles, centros deportivos, escuelas y balnearios - se ha fijado una recirculación de 8 horas como mínimo.

A continuación en la tabla No. 5 se comparan los filtros convencionales de grava y arena, tierra diatomácea y alta velocidad.

Las medidas de los filtros son según características de filtros norteamericanos.

Tabla No. 5.

GRAVA Y ARENA.

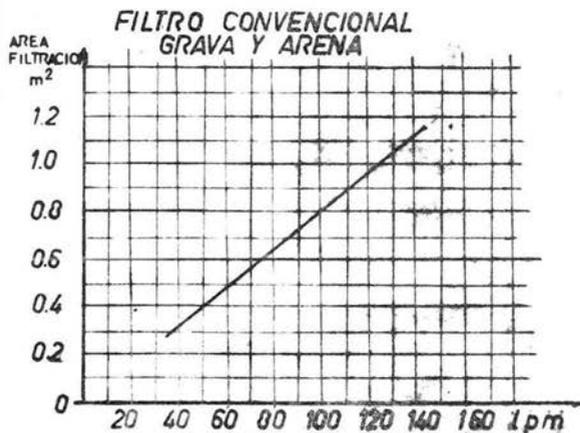
Diámetro	Area filtración		l./min.	l./8hrs.	l./16hrs.	Vel. flujo
cm. pul.	m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>				lpm/m <sup>2</sup>
60.9 24	0.292	3.14	35.57	17.123	34.246	145
75.2 30	0.465	4.91	55.23	26.759	53.518	145
91.4 36	0.435	7.07	80.24	38.527	77.054	145
106.7 42	0.893	9.62	109.38	52.457	104.874	145
121.9 48	1.170	12.60	142.70	68.542	137.084	145

TIERRA DIATOMACEA:

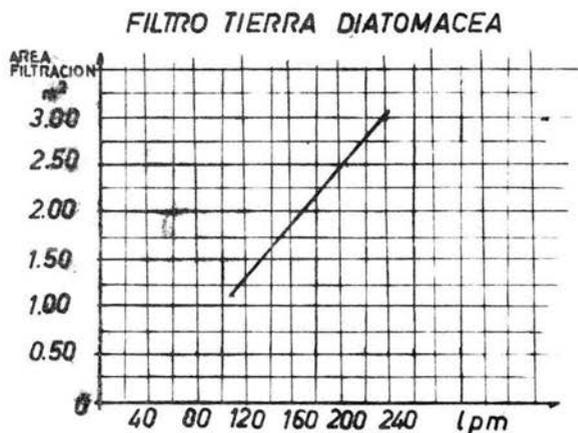
Diámetro	Area filtración		l./min.	l./8hrs.	l./16hrs.	Vel. flujo
cm. pul.	m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>				lpm/m <sup>2</sup>
1.39	15		113.0	54000	51750	80
1.55	20		151.4	72372	109008	80
2.32	25		185.9	90340	135240	80
3.00	33		239.3	114888	172332	80

ALTA VELOCIDAD

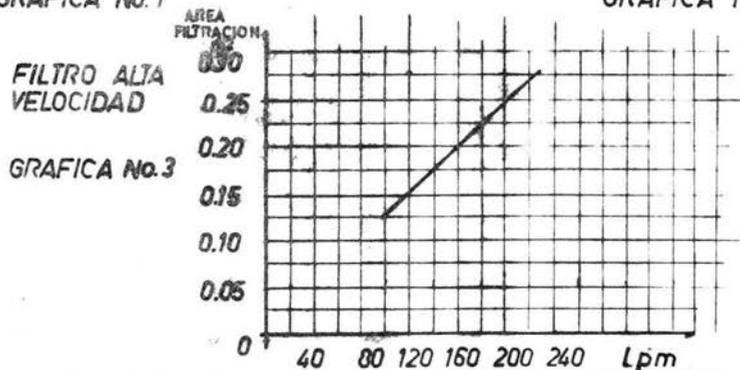
Diámetro	Area filtración		l./min.	l./8hrs.	l./16hrs.	Vel. flujo
cm. pul.	m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>				lpm/m <sup>2</sup>
60.9 18	0.130	1.4	104	44808	89616	800
50.8 20	0.204	2.2	163.2	79936	159872	800
60.9 24	0.288	3.1	230.4	109008	218016	800



GRAFICA No. 1



GRAFICA No. 2



GRAFICA No. 3

GRAFICAS DE COMPARACION DE AREA FILTRANTE CON GASTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE FILTROS

ESPECIFICACIONES MÍNIMAS PARA ALBERCAS RESIDENCIALES  
SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE ALBERCAS (INSFI)

1.- Filtros.- Cada alberca estará equipada con un sistema de recirculación con capas de arena para filtrar según el volumen de la alberca en 18 horas como un máximo (3)

- a).- Los filtros serán capaces de mantener la claridad del agua para permitir la fácil identificación a través de una profundidad de 2.43 m. de un disco de 51 mm. de diámetro el cual está dividido en cuatro partes en colores, de rojo y blanco alternativamente.
- b).- La capacidad del filtro será tal que no necesite ser limpiado - más frecuentemente que una sola vez cada 4 días bajo condiciones normales del agua, alberca y operación del filtro.
- c).- Todos los filtros a presión están equipados con manómetros de - entrada y salida para determinar la presión diferencial y así - saber con que frecuencia se deben limpiar.
- d).- Todos los sistemas filtrantes a presión están equipados con una válvula de alivio en el punto mas alto del sistema.
- e).- Las instalaciones para su operación están colocadas en cada sistema filtrante. Todas las válvulas están diseñadas propiamente indicando su proposito.

2.- Filtros de arena a presión.- Los sistemas filtrantes de arena están diseñados para operar a una velocidad no excedida de 200 lpm/m<sup>2</sup> de - área filtrante y para el retrolavado a una velocidad mínima de 400 lpm/m<sup>2</sup> de área.

- a).- El tanque del filtro está fabricado según especificaciones del código A.S.E de 1950 para recipientes a presión, con la excepción que el tipo normal de platos y varillas que puedan ser usadas.- Los tanques están construídos para una presión de trabajo mínimo de 3.5 kg/cm<sup>2</sup> y probada de 10.5 kg/cm<sup>2</sup>. Los subdrenajes del

filtro tienen una distribución efectiva de por lo menos 25% - del área seccional a través del tanque. Los tanques son colocados subterráneos y son de lámina de acero de por lo menos - 4.8 mm. de grueso, con una capa anticorrosiva exterior.

b).- El tanque del filtro está soportado de una manera para prevenir una inclinación o asentamiento.

### 3.- Especificaciones del medio filtrante para filtros de arena.

a).- Los filtros de arena tienen un material silíceo y duro de grado uniforme con tamaño de partícula efectiva, entre 0.42 y - 0.55 mm. de diámetro. No tienen piedras, caliza, arcilla, o material perjudicial presente. Otros tipos de medios filtrantes son aceptados con tal que el tamaño de la partícula este dentro de 0.30 mm. de los especificados para arena que no se perjudicará o disolverá bajo condiciones normales de uso.

b).- La arena del filtro tiene no menos de 48.2 cm. de espesor con un espacio libre no menos de 22.8 cm. o no más de 30 cm.

c).- Estas capas tienen no menos de 4 grados de roca o medio soportante que estará limpia, no triturada, redonda no porosa y - que no tenga material calcareo.

d).- El espesor total de la roca en la cama soportante tiene no menos de 36 cm. y cada capa es de 5 cm. o mas de espesor. Cada capa de roca es nivelada para prevenir se mezclen los diferentes tamaños de grava.

e).- La capa de la parte de arriba del filtro entre la capa del - y la primer capa varía en tamaño entre 3.17 mm. y 6.25 mm. - La siguiente capa varía en tamaño de 8.25 mm. y 13 mm. La capa siguiente tiene una medida entre 13 mm. y 19 mm. La capa-

del fondo tiene una media entre 25 mm. y 30 mm.

- f).- Los filtros de arena varían de los especificados anteriormente en el espesor de la cama filtrante, medio soportante y espacio libre; son considerados aceptados con tal que su campo de uso sea aprobado por el INSTITUTO NACIONAL DE ALBERCAS (NSPI); con demostraciones de laboratorio se aprueba el desempeño funcional y equivalente.
- g).- Los filtros de arena empleando especialmente sistemas de subdrenajes y menos capas o menos profundidad de grava soportante serán considerados aceptados con tal que su campo de uso sea aprobado por el INSTITUTO NACIONAL DE ALBERCAS (NSPI)

#### Tipos de Filtro de tierra diatomácea.

- a).- Los filtros de tipo diatomácea son diseñados para operaciones bajo presión. La capacidad de diseño no excede de 120 - 150  $\text{lpm/m}^2$  de área filtrante efectiva para filtros de presión.
- b).- La determinación del área filtrante es hecha en base de una verdadera superficie efectiva del tabique soportante. En el caso de fabricar tabiques, la computación de área será hecha en base de medida del tabique, soportado en un plano razonable. El área asignada no permitirá tener una superficie rugosa en la fabricación de tabique o desviaciones en la superficie del mismo que fácilmente ayudará a la determinación de área.
- c).- El contenido del tabique del filtro de discos está construido de acero, plástico u otro material adecuado que suministre satisfactoriamente resistencia a la corrosión con o sin revestimiento. Los filtros de presión están diseñados para una presión igual a la carga de entrada de la bomba.
- d).- Los discos del filtro están fabricados de materiales resis -

tentes a la corrosión en todo. Están diseñados para resistir adecuadamente una presión diferencial entre entrada y salida de no menos de la presión máxima, que puede ser desarrollada por la bomba que recircula y es de resistencia adecuada para cualquier esfuerzo adicional desarrollado durante la operación de limpieza. El tabique del filtro que es donde se deposita la ayuda filtrante, tiene aberturas, las dimensiones mínimas de éstas no son más grandes que 0.12 mm.

- e).- El abastecimiento está hecho para introducir la ayuda filtrante en el filtro de tal manera que quede a nivel de la cubierta del tabique del filtro antes de que este en operación. La cantidad de ayuda filtrante es seleccionada para suministrar por lo menos la misma protección al tabique del filtro así que está en la siguiente forma:

480 gr/m<sup>2</sup> de área filtrante, esto es de tierra diatomácea que se pondrá dentro al filtro como ayuda filtrante, usando el equipo adicional para alimentación al cuerpo del filtro - en la entrada es opcional, por donde se alimentará al equipo tendrá, la capacidad para alimentar continuamente o uniformemente a una velocidad de no menos de 480 g/m<sup>2</sup> de área filtrante por 24 hrs. de ayuda filtrante.

- f).- La bomba del filtro está diseñada para que durante la operación de precapa, la salida del filtro esté recirculada con un gasto que no será recirculado a la alberca hasta que se libere de la ayuda filtrante. Una excepción para este requisito puede ser hecha si el tabique del filtro es de tal construcción que no sea una cantidad sensible de ayuda filtrante que introducida en la alberca cuando la salida de la descarga sea ahí adentro.

- g).- Cuando metales diferentes son usados en la construcción del filtro, puede producir corrientes galvánicas, entonces se suministra adecuadamente un revestimiento a base de resina epoxy para resistir la corrosión electrolítica.
- h).- Los filtros están diseñados para instalarlos fácilmente y desensamblar o quitar los discos del filtro.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES

El filtro de alta velocidad es el tipo de filtro que tiene más ventajas técnicas y económicas sobre los demás existentes.

#### FILTRO DE GRAVA Y ARENA CONVENCIONAL. -

Las únicas ventajas en este tipo de filtro son: El ciclo de filtración o sea el espacio entre cada lavado del filtro es más grande, que el filtro de alta velocidad; puede usar un coagulante como sulfato de aluminio u alumbre para ayudar a detener partículas más pequeñas que las que detiene la arena de sílice.

Las desventajas que tiene son muchas más que los otros dos tipos de filtros.

Tiene menor eficiencia, mayor tiempo de filtrado, menor velocidad, menos área filtrante, es más complicado su operación, ocupa mucho lugar el tiempo de armado en producción es mayor ya que tiene muchas conexiones y válvulas, hay más flujo turbulento dentro del tanque, por motivos de diseño y de las diferentes capas de material que esta soportando la arena, el mantenimiento de la planta de filtración es más complicada que los otros dos tipos; otra de las desventajas es el tener varios tamaños de grava y esto dificulta y hace tardado el cambio cuando lo necesitan dichos filtros.

#### FILTRO DE TIERRA DIATOMACEA. -

Las ventajas de este filtro es que tiene mayor área de filtración que ningún otro, el medio filtrante que usa es el que retiene partículas de menor diámetro que la arena de sílice, ocupa menos espacio que el filtro de grava y arena convencional; usa una sola clase de material filtrante.

Las desventajas son las siguientes: su operación es un poco más complicada con respecto al filtro de grava y el de alta velocidad por que requiere de mucho cuidado para formar la precapa, así como lavarlo y desensamblarlo, con respecto al armado en la producción es más complicado ya que tiene muchas conexiones sobre todo en el interior del filtro; el mantenimiento es más complicado en este filtro que en los otros dos tipos.

#### FILTRO ALTA VELOCIDAD. -

Este tipo de filtro tiene bastantes ventajas con respecto al filtro de grava y arena convencional y el de tierra diatomácea y que son las siguientes: ocupa menor espacio, mayor eficiencia, menor tiempo de filtrado, mayor facilidad de operación, y su mantenimiento es mínimo, usa una sola clase de medio filtrante que es la arena de sílice, el tiempo de armado en producción es menor que los otros filtros ya que tiene pocas conexiones y es muy manual, tiene menos flujo turbulento que los otros filtros, y la más importante que es de menor costo que los filtros que se usan más en albercas.

Las desventajas son que tiene un ciclo de filtrado muy corto, no usa ningún tipo de coagulante, no alcanza a retener partículas tan pequeñas como el filtro de tierra diatomácea, tiene menos área filtrante que el de tierra diatomácea pero más que el de grava y arena convencional.

El filtro de alta velocidad tiene más ventajas sobre los otros dos tipos de filtro para alberca, este tipo de filtro va a tener en el futuro una gran demanda en nuestro país y que va a evolucionar el mercado respecto a los existentes.

Es muy importante por la gran escasez de agua que hay en la actual

lidad el hecho que este filtro sea eficiente y económico para que se evite el gran desperdicio delpreciado líquido y que no afecte tanto a la humanidad este hecho.

## CAPITULO V

### BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Brown G. M. Operaciones Básicas de la Ingeniería Química, Manuel Ma  
rín, Barcelona España (242-244, 1956)
- 2.- Foust A.S. y L.A. Wenzel, Principles of Unit Operations, Toppan -  
Printing Company, LTD, Japan, (2, 484-488, 1960)
- 3.- National Swimming Pool Institute, Minimum Standard for Residential  
Pools of the National Swimming Pool Institute, National -  
(1, 1-10, 1961)
- 4.- Paddock California, Sand Pressure Filters, Paddock of California,  
California (P103-R5M 3-61, 1-5, 1961)
- 5.- Paddock Pool Equipment Co. Swimming Pool Specifications, Los Angeles  
46 California, (1, 11-19, 1953)
- 6.- Proposed National Sanitation Foundation Swimming Pool Equipment -  
Standard For Swimming Pool Equipment Standards, University of -  
Michigan, Ann Arbor, Michigan, (1, 1-10, 1962)
- 7.- Swimquip, Inc., Comparison Hi-Rate, D.E. and Sand Filtration, -  
Swimquip, Inc., El Monte, California, (39501/1-64/O.L. 1-2, 1964)
- 8.- Swimquip, Inc., Hi-Rate Permanent Media Filter, Swimquip, Inc., -  
El Monte California U.S.A. (39501-6010A/4-64, 1-6, 1964)
- 9.- Swimquip, Inc., Swimquip VHR Hi-Rate Filter Systems, Swimquip, Inc.,  
El Monte California U.S.A. (39501-61117/15M/WP, 1-6, 1967)
- 10.- Swimquip, Inc., Residential Ultra-Mite Filters Systems, Swimquip, -  
Inc., El Monte California U.S.A. (39501-6008/3-65CL, 1-6, 1965)
- 11.- Swimquip, Inc., Swimming Pool Engineering Data Charts and Tables,  
Swimquip, Inc., El Monte California, (39501-6200/S-65/CL, -  
29-31, 1965)
- 12.- Universidad de Chile, Sistemas Modernos de Filtros Rápidos, Manual  
del Curso de Postgraduados, Universidad de Chile, (1966)
- 13.- A.S.E. Code.