



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA
MECANICA ELECTRICA**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECIRCULACION ACUICOLA
DE 5 m³/h PARA EL CULTIVO DE PECES MARINOS DEL FONDO
NACIONAL DE DESARROLLO PESQUERO – ANCASH”**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

Elvis William, SOLANO RODRIGUEZ

ASESOR METODOLOGICO:

Mg. Edward Javier, LEON LESCANO

ASESOR ESPECIALISTA:

Mg. Mario Félix, OLIVERA ALDANA

LINEA DE INVESTIGACION:

MODELAMIENTO Y SIMULACION DE SISTEMAS ELECTROMECHANICOS.

TRUJILLO – PERU

2017

PAGINA DEL JURADO

DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN ACUÍCOLA DE 5 M³/H PARA EL CULTIVO DE PECES MARINOS DEL FONDO NACIONAL DE DESARROLLO PESQUERO – ANCASH.



Solano Rodríguez, Elvis William.

Autor

Presentada a la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo de Trujillo para su aprobación.

Aprobado por:



Ing. Edward Javier León Lescano.

Vocal



Ing. Edwin Valderrama Campos.

Secretario



Ing. Juan Carlos Bengoa Seminario.

Presidente

DEDICATORIA

El presente desarrollo de tesis está dedicado a DIOS, nuestro padre celestial.

A mis padres Alejandro y Eulalia, por el apoyo incondicional en este paso tan importante de mi vida profesional.

A mi hijo Cristhian por su comprensión para lograr el objetivo trazado.

AGRADECIMIENTO

Al Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero y a todos los profesionales que laboran en esta institución del estado. A los docentes de la Universidad que transmitieron sus conocimientos y su experiencia en el desempeño de la carrera.

A mi asesor, Mg. Ing. Mario Felix Olivera Aldana.

A mi jefe y amigo Ing. Oswaldo Eliseo Mayta Castellanos. Por brindarme la oportunidad de pertenecer a este hermosos grupo de trabajo.

A mis compañeros por brindarme todas sus experiencias, nutriendo mis conocimientos personales y profesionales.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo **SOLANO RODRIGUEZ, ELVIS WILLIAM**, con DNI 09962150, a efectos de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de INGENIERÍA, Facultad de MECANICA ELECTRICA, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica. Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, 04 de Mayo del 2018



Elvis William Solano Rodriguez

PRESENTACION

Señores miembros del jurado, de conformidad con el reglamento de grados y títulos de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, de la facultad de Ingeniería, de la Universidad Cesar Vallejo, presento ante ustedes la tesis titulada “DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECIRCULACION ACUICOLA DE 5 m³ PARA EL CULTIVO DE PECES MARINOS DEL FONDO NACIONAL DE DESARROLLO PESQUERO – ANCASH” que sustentaré como tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico Electricista.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

Trujillo, Diciembre del 2017.

INDICE

PAGINA DEL JURADO	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	5
PRESENTACION	6
INDICE	7
RESUMEN	9
ABSTRACT.....	10
I. Introducción.....	11
1.1 Realidad problemática.....	11
1.2 Trabajos previos.	12
1.3 Teorías relacionadas al tema.	15
1.4 Diseño de tanque de fibra de vidrio para agua de mar.....	18
1.5 Sistema de evacuación del agua de mar con electrobombas.....	20
1.6 Sistema de filtración (mecánico, químico y biológico) y esterilización ultravioleta.	25
1.7 Tablero de control y mando.	28
1.8 Sistema de control de nivel del tanque.....	31
1.9 Formulación del problema	32
1.10 Justificación del estudio.....	32
1.11 Hipótesis.....	33
1.12 Objetivos.	33
II. Método.....	35
2.1. Diseño de investigación.	35
2.2. Variables, Operacionalización.	35
2.3. Población, muestra.	37
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	37
2.5. Método de análisis de datos.	39
2.6. Aspectos éticos.....	39
III. Resultados.....	40

3.1.	Proceso del sistema de recirculación acuícola para 5 m ³ /h.	40
3.2.	Diseño de tanque de fibra de vidrio de 10 m ³ de capacidad para agua de mar.....	42
3.3.	Selección de la electrobomba.....	43
3.4.	Diseño y selección de los sistemas de filtración (primaria, secundaria y biológico) y la esterilización ultravioleta.	48
3.5.	Diseño del tablero de control y mando.	52
3.6.	Selección de sistema de control de nivel del tanque de acumulación para la limpieza del agua de mar.	56
IV.	Discusión.	58
V.	Conclusión.....	60
VI.	Recomendaciones.....	61
VII.	REFERENCIAS.....	63

RESUMEN

El fondo nacional de desarrollo pesquero (FONDEPES), es una institución gubernamental, que se dedica a realizar proyectos experimentales de cultivos de moluscos bivalvos y peces marinos, con el fin de obtener una tecnología en el cultivo, para brindar capacitaciones y transferencias tecnológicas a las asociaciones de pescadores artesanales y pequeñas empresas con la visión de invertir en la acuicultura.

La presente investigación tiene por objetivo diseñar un sistema de recirculación acuícola para espacios reducidos, en el cultivo de peces marinos, a un caudal de 5 m³/h; la disposición del espacio es de 3 x 5 metros, ubicado en el área de peces del Centro de Acuicultura La Arena del Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES), para ello se rediseñó y seleccionó los equipos que componen el sistema. Para el diseño del tanque de fibra de vidrio, cuyas medidas son de 3.8 m de diámetro y 0.9 m de altura, se realizó los cálculos, respetando la normativa internacional (ASME), logrando obtener como resultado que el espesor del tanque de fibra de vidrio es de 5 mm de pared. Para la selección de la primera electrobomba se realizaron los cálculos de pérdida de carga, concluyendo en una potencia de 2.5 HP, con un caudal de 53 GPM, además de evaluar las características de diseño para la acuicultura, como es de tener una voluta e impulsor de PVC. En la selección del sistema de filtración se tomaron como base los cálculos del caudal y del área de filtración, en la filtración primaria, el filtro ciclónico obtuvo una filtración menor a 300 μm y en la filtración secundaria a 10 μm. La selección del sistema de protección eléctrico y de control, se realizaron los cálculos eléctricos, bajo la norma técnica peruana (NTP) y el Código Nacional de Electricidad (CNE), para el diseño del tanque de fibra de vidrio se realizó los cálculos, además de respetar la normativa internacional (ASME). Concluyendo que el equipamiento seleccionado y rediseñado de sistema de recirculación acuícola logró obtener los resultados requeridos, en un espacio de 3 x 5 m.

Palabras claves: Filtración primaria y secundaria, filtro ciclónico, pérdida de carga, sistema de recirculación acuícola, voluta.

ABSTRACT

The national fisheries development fund (FONDEPES) is a government institution that is dedicated to carrying out experimental projects of bivalve molluscs and marine fish, in order to obtain a technology in the crop, to provide training and technological transfers to the associations of artisanal fishermen and small businesses with the vision of investing in aquaculture.

The objective of this research is to design a system of aquaculture recirculation for small spaces, in the culture of marine fish, at a flow rate of 5 m³ / h; the layout of the space is 3 x 5 meters, located in the fish area of the La Arena Aquaculture Center of the National Fisheries Development Fund (FONDEPES), for which the equipment that makes up the system was redesigned and selected. For the design of the fiberglass tank, whose measurements are 3.8 m in diameter and 0.9 m in height, the calculations were made, respecting the international regulations (ASME), obtaining as a result that the thickness of the fiberglass tank is 5mm of wall. For the selection of the first electric pump, the load loss calculations were made, concluding in a power of 2.5 HP, with a flow of 53 GPM, in addition to evaluating the design characteristics for aquaculture, such as having a volute and impeller of PVC. In the selection of the filtration system, the calculations of the flow rate and the filtration area were taken as a basis. In the primary filtration, the cyclonic filter obtained a filtration lower than 300 μm and in the secondary filtration at 10 μm. The selection of the electrical protection and control system, electrical calculations were performed, under the Peruvian technical standard (NTP) and the National Electricity Code (CNE), for the design of the fiberglass tank the calculations were made, in addition to respect international regulations (ASME). Concluding that the selected and redesigned equipment of aquaculture recirculation system managed to obtain the required results, in a space of 3 x 5 m.

Keywords: Primary and secondary filtration, cyclonic filter, load loss, aquaculture recirculation system, volute.

I. Introducción.

1.1 Realidad problemática.

En el Centro de acuicultura La Arena – Casma - Ancash, se viene desarrollando la crianza de peces en estanques, como un proyecto experimental desde el año 2013, para ello se realizó capturas de las especies de su hábitat natural y posterior adaptación a un ambiente del laboratorio en condiciones semicontrolado. En el mes de enero del año 2013, se inició la etapa de adaptación, con una población total de 108 peces en 09 estanques de fibra de vidrio, en este año se presentó una mortalidad de tres (3) peces que representa un 2.77%, según el reporte anual emitido en diciembre del 2013. En el año 2014 la mortalidad fue de trece (13) peces que representa un 12.38%; según el reporte anual emitido en diciembre del 2014. En general el 90% de la mortalidad presentada en la experiencia de cultivo de peces marinos se debió a la presencia de hongos, bacterias y copépodos, todos ellos existentes en el agua, que al trabajarse en un sistema abierto (flujo continuo las 24 horas del día, representa una puerta abierta a la introducción de microorganismos indeseables en el sistema. El problema recurrente en el cultivo es la presencia de los sólidos suspendidos (S.S.), debido a la presencia de las excretas y alimento no consumido por los peces en el estanque, creando condiciones desfavorables en la calidad del agua de mar en el cultivo, propiciando con esto el incremento de las enfermedades.

El parámetro permisible según la norma de calidad del agua para la acuicultura debe ser menor de 80 mg/l de la presencia de los sólidos suspendidos totales (SST) (Timmons, y otros, 2002).

En el informe anual del año 2013 y 2014, emitido por el centro de acuicultura la arena a la sede central en Lima, los encargados del área de peces recomendaron la instalación de un sistema de recirculación acuícola, para mejorar la calidad del agua de mar en la crianza de peces marinos y así minimizar el riesgo de contaminación en el experimento. En la evaluación de las dimensiones del área de cultivo, se observó que las medidas eran demasiada pequeñas para la implementación de un sistema de recirculación acuícola tradicional, por lo que, los profesionales del área de peces, solicitaron diseñar un nuevo dimensionamiento del sistema de recirculación acuícola para éste ambiente en particular, pero que

cumpla con el requerimiento de mejorar la calidad del agua de mar y presente un sistema de retro lavado para la evacuación de los residuos.

En resumen los problemas a solucionar en el cultivo de peces marinos, en el Centro de Acuicultura La Arena, son las siguientes:

- Mejorar la calidad del agua debido a la mortalidad por ingreso de bacterias y microorganismos no deseados al sistema.
- La escasez del área requerida para la instalación de un SAR tradicional (las dimensiones máximas disponibles es de cinco metros de largo por tres metros de ancho), teniendo que determinar mediante cálculos, un sistema para éstas condiciones.
- La implementación de un sistema de retro lavado (back wash) a cada equipo de filtración instalado en el sistema, para la evacuación rápida de los residuos.

1.2 Trabajos previos.

En el año 2016, Arescurenaga Ochoa, Álvaro Francisco, con el título “Diseño de los componentes hidráulicos de un sistema de recirculación y el diseño estructural de los tanques de cultivo” con motivo de optar el título de Ingeniero Civil de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, en la ciudad de Lima – Perú.

Buscó determinar los beneficios y la aplicación de técnicas en la acuicultura: cultivo en pozas (tanques de concreto armado) en tierra, cultivos en jaulas flotantes en el mar, cultivo en circuito cerrado; dimensionando un proyecto para el cultivo en circuito cerrado que se pueda aplicar en el Perú, al igual que su estructura hidráulica.

Para lo cual realizó el diseño de los componentes del sistema: en el cultivo de pozas determinó el volumen de cada tanque, siendo las características de diseño de 1.4 m. de altura y un diámetro de 10 m., teniendo un borde de 10 cm para evitar los derrames por accidentes, el espesor del muro perimetral de 15 cm que soporte un esfuerzo de 22,76 kg/cm², cada tanque presentará un caudal de 0,06 m³/s (216 m³/h), el caudal en las tuberías es de 0.054 m³/s (95% del caudal del tanque).

El diseño el sistema de sedimentación constará de un filtro secundario que tendrá un caudal de $0.003 \text{ m}^3/\text{s}$ a $0,0003 \text{ m}^3/\text{s}$ y una velocidad de $0.008 \text{ m}^3/\text{s}$, para después llegar al filtro biológico, el área de filtración es de 0.375 m^2 con un radio de 50 cm. La filtración biológica, regulará la presencia de amonio y nitrato en el agua, en donde se instalará a la entrada del filtro una malla de 20 micras como filtro auxiliar con una velocidad de 30 m/s, para ello se utilizará dos bombas para abastecer a los oxigenadores.

Llegando a la conclusión:

- En el cultivo en pozas, en jaulas de mar o ríos y los sistemas de recirculación se pueden desarrollar teniendo como una alternativa de solución ante la depredación del mar por parte de la pesca indiscriminada.
- Los sistemas de recirculación acuícola (SRA), son técnicas que contribuyen favorablemente con el medio ambiente, así como de la producción de pescado y otros organismos marinos.
- En espacios reducidos se puede optar por la instalación de filtros laminares para eliminar sólidos pequeños del agua.
- Para la regulación del amonio y el nitrito se puede utilizar la eficiencia de los filtros biológicos percolares, como alternativa de filtración (Arescurenaga Ochoa, 2016).

En el año 2001, García de la Figales Costales, José, con el título “Cálculo de tanque de plástico reforzado de fibra de vidrio (PRFV) de 200000 litros de capacidad”, con motivo de optar el título de Ingeniero Mecánico del Instituto Superior Politécnico José A. Echevarría en la ciudad de la Habana - Cuba.

La cual buscó determinar la composición y espesores de los laminados de fibra de vidrio, que pueda soportar la presión interna en el diseño del tanque de 200000 litros, además de las cargas actuantes utilizando un coeficiente de seguridad.

Para lo cual realizó, el modelamiento mediante un programa de computación por elementos finitos en el diseño del tanque, los cálculos se basan en el tanteo sucesivo, asumiendo datos hasta determinar el coeficiente de seguridad.

Llegando a la conclusión:

Aplicando datos en el modelamiento, obtiene que el tanque puede tener tres tipos de espesores en la pared del tanque, cuyas medidas son de 8 m de diámetro y 4.2 m de altura

- De 0 a 72 cm utilizó 20 láminas siendo el espesor total del laminado de 24.25 mm.
- De 72 a 272 cm utilizó 16 láminas siendo el espesor total del laminado de 20.7 mm.
- De 272 a 420 cm utilizó 10 láminas siendo el espesor total del laminado de 10 mm.

Obteniendo un coeficiente de seguridad de $SR > 6$ como promedio, encontrándose en el fondo del tanque los valores mínimos de SR (García de la Figales Costales, 2001).

En el año 2005, Salcedo Santillán, Gino, con el título “Proyecto de ampliación de la línea de impulsión, sistema de bombeo y tanque elevado para agua potable en el centro poblado rural (CPR) Picapiedra distrito de Pachacamac” con motivo de optar el título de Ingeniero Mecánico de Fluidos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en la ciudad de Lima – Perú.

Buscó determinar optimizar los recursos, empleando una opción técnica económica en la selección de las características operacionales de la tubería (tipo, diámetro) para la ampliación de la línea de impulsión, así como la elección del equipo de bombeo más idóneo para llevar el volumen necesario.

Para lo cual realizó la estimación poblacional a 10 años, verificación técnica de operatividad de la electrobomba actual (8.6 HP), verificación de la altura dinámica (58 metros) y la distancia de la tubería (123 metros). En la verificación se pudo observar que no se encuentran en condiciones para abastecer el requerimiento establecido).

Llegando a la conclusión:

- Respecto a la línea de impulsión: Se requiere una tubería de PVC cuyas características de rugosidad son aparentes para éste propósito, siendo la velocidad del agua de (0.6 a 2 m/s), se determinó para este caso en las tuberías de impulsión clase 7,5 SDR 27,7 – 7,5 Bar, para evitar problemas como el golpe de ariete.

- Respecto al sistema de bombeo: Se seleccionará la electrobomba centrífuga modelo 5,7T de la marca Hidrostral, debido a las características de operación del fabricante, ésta abastecerá sin inconvenientes el requerimiento diario de la población (Salcedo Santillan, 2005).

1.3 Teorías relacionadas al tema.

1.3.1 Proceso del sistema de recirculación acuícola.

Sistema de recirculación acuícola (SRA).

El sistema de Recirculación para la acuicultura (SRA) es la tecnología que permite el cultivo de peces a mayor intensidad. En el SRA, el ambiente es totalmente controlado. Los peces se crían en estanques en las condiciones más seguras posibles, pudiendo además protegerse dentro de una construcción cerrada para controlar el ambiente aéreo. El agua circula a través del sistema, y solamente un pequeño porcentaje del agua es reemplazado diariamente. La temperatura, la salinidad, pH, alcalinidad, composición química y el oxígeno son monitoreados y continuamente controlados. Los residuos sólidos son filtrados y removidos, se incorpora oxígeno para mantener concentraciones suficientes para la densidad de peces de cultivo, y por último el efluente es tratado en un biofiltro para la conversión biológica del nitrógeno amoniacal a nitratos. (Timmons, y otros, 2002).

El proceso del sistema de recirculación acuícola presenta las siguientes etapas en el tratamiento del agua:

Criterios de selección del tanque de cultivo de peces. El sistema de recirculación acuícola empieza en el diseño y selección del tanque de cultivo, en donde, se evalúa el peso (gramos) de los peces a cultivar para saber el volumen requerido por el área, por ejemplo en el caso del cultivo de tilapias es de 1125 a 1250 g/m³. La altura recomendada es entre 0.80 y 1.10 metros que permita visualizar permanentemente a los profesionales del área y además, de no obstaculizar las labores cotidianas debido a la altura excesiva. El material y el espesor de las paredes del tanque se determinarán mediante la aplicación de los cálculos de mecánica de fluidos. La forma del tanque se recomienda que sea circular debido a que su ingreso tangencial induce a un movimiento cuya velocidad recomendada es de 15 a 30 cm/s, desde las paredes hacia el centro del tanque

llevándose con ello los residuos. El tanque de cultivo de peces se encuentra ubicado por encima del nivel de los tanques rectangulares que se utilizarán como filtración por decantación (ver fig. 1.1.a).

Evacuación de agua de mar por gravedad y filtración por decantación. A continuación se empieza con el sistema de tratamiento de aguas, trasladando el agua por gravedad desde el tanque de cultivo de peces, a un primer tanque rectangular cuyas dimensiones son de 2.5 m de profundidad, 1.2 m de ancho y 1.2 m de altura, para realizar la filtración por decantación (separación de sólidos grandes), la principal característica para la selección del diseño es; permite el ingreso por uno de los extremos y la salida por el otro extremo, aprovechando la longitud, para darle estanqueidad al agua, por consiguiente los sólidos suspendidos grandes se precipitan. Seguidamente, y por gravedad se traslada a un segundo tanque rectangular cuyas dimensiones son de 2.5 m de profundidad, 1.2 m de ancho y 1.2 m de altura, en esta filtración las condiciones de diseño son las mismas, pero a diferencia del anterior, el interior del tanque rectangular tendrá elemento filtrante, para realizar una filtración de 100 micras (ver fig. 1.1.b).

Primer bombeo, filtración mecánica y filtración biológica. Para el primer bombeo, se realiza desde la salida del tanque rectangular, utilizándose una electrobomba cuyas características de diseño se adapte a la acuicultura, en este caso se utilizará las electrobombas para piscina (ver fig. 1.1.c), la capacidad de la electrobomba tendrá relación con la cantidad de recirculaciones por día se desea realizar al cultivo de peces (ejemplo, si el tanque es de 5 m³ y se requiere 5 recirculaciones entonces el volumen diario a recircular es de 25 m³/día). Para luego ingresar al filtro mecánico, para realizar una filtración a 10 micras, cuya capacidad de filtración está dada por el caudal por el área del elemento filtrante (ver fig. 1.1.d) (m³/m².h), el rango de filtración de los filtros diatomitas es de 0.2 – 0.5 m³/m².min, con esta filtración llega al tanque rectangular de 2.5 m de profundidad, 1.2 m de ancho y 1.2 m de altura, en cuyo interior se encuentra elementos de fijación de bacterias nitrificantes (nitrobacter y nitrosomas) que eliminarán la presencia de amonio y nitrito en el agua (ver fig. 1.1.e).

Segundo bombeo, exposición ultravioleta y reingreso al tanque de cultivo. Para el segundo bombeo, se realiza desde la salida del tanque rectangular que

representa a la filtración biológica y se traslada a la unidad ultravioleta para esterilizar el agua mediante radiación, las características de operación de la unidad ultravioleta depende de las versiones a instalar; por ejemplo, el caudal máximo para los fluorescentes UV de 30 watts es de 10 GPM, pero la recomendación del fabricante es la operación al 75% es decir que una lámpara de estas características esteriliza hasta 7.5 GPM, si la necesidad de esterilizar fuese de 40 GPM, se solicitará un equipo que conste de 6 lámparas o en versiones de 80 watts cuyo caudal es mayor (ver fig. 1.1.f). Después de la esterilización del agua ingresa en forma tangencial al tanque de cultivo.

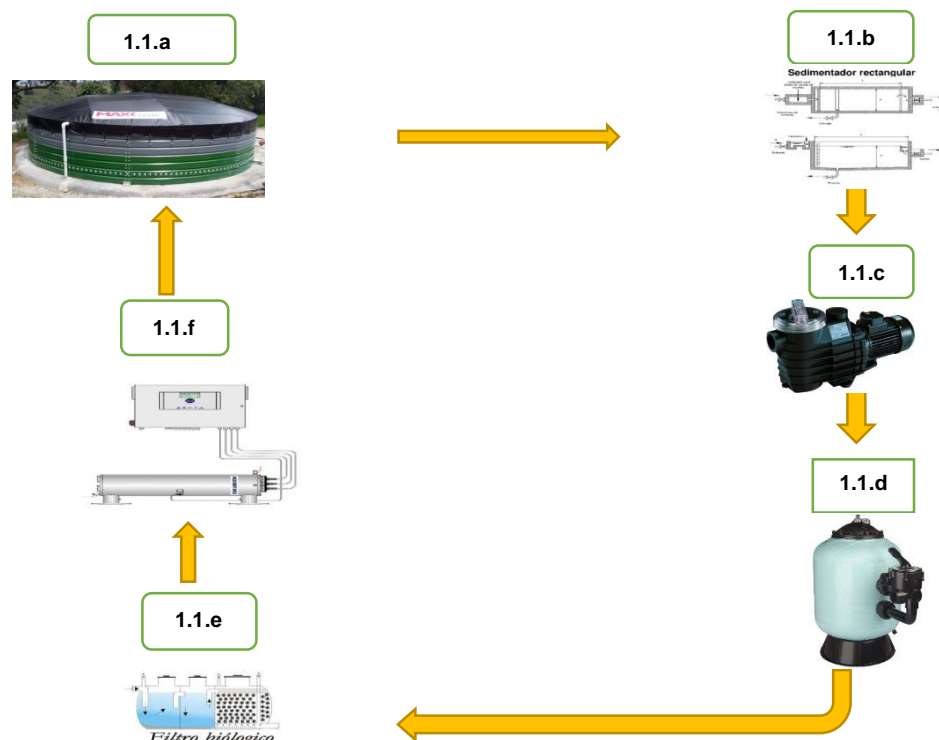


Figura 1.1: Sistema de recirculación acuícola.

Fuente: (Timmons, y otros, 2002)

1-a = Estanques circulares de cultivo de peces

1-b = Filtración mecánica - proceso de sedimentación.

1-c = Bomba centrífuga.

1-d = Filtro de arena.

1-e = Filtración biológica – desarrollo de bacterias nitrificantes.

1-f = Unidad ultravioleta.

1.4 Diseño de tanque de fibra de vidrio para agua de mar.

Normas peruanas que regulan la construcción de tanques de almacenamiento.

Por Decreto Supremo N° 052 – 93 – EM, publicado el 16 de noviembre de 1993, se aprobó el Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos. Según la Ley N° 26221, artículo 73, consta de 07 títulos, 135 artículos y 02 anexos.

En el Título cuarto: Proyecto, construcción y operación de las instalaciones.

Capítulo II: De la construcción. (Artículos del 41 al 46).

Requisitos mínimos de construcción de tanques de almacenamiento de líquidos.

Artículo 41°.- Se definen los requerimientos mínimos que deben cumplir los tanques de almacenamiento de líquidos cuya capacidad excede los 10.0 metros cúbicos.

a) Los tanques serán diseñados y construidos de acuerdo a la buena práctica de la ingeniería y los materiales a utilizar serán de acero o materiales aprobados no combustibles con las siguientes limitaciones y excepciones:

- El material del tanque será compatible con el líquido que almacena.

Requisitos mínimos de construcción de tanques de baja presión.

Artículo 43°.- Los tanques de baja presión deberán ser construidos de acuerdo a reconocidos estándares de diseño como: API 620, ASME VIII División 1, o sus equivalentes.

a) Los tanques construidos de acuerdo a las normas de la UL podrán ser usados para presiones de operación que no excedan 0,070 Kg/cm² (1 psig) y limitados en condiciones de emergencia a 0.175 Kg/cm² (2.5 psig).

Las propiedades físicas y mecánicas de la fibra de vidrio nos detallan en la normativa ASTM, entre ellas podemos mencionar algunas:

- Resistencia a la tracción y módulo elástico (ASTM D 638).

- Resistencia a la flexión y módulo de elasticidad (ASTM D 790).
- Contenido y tipo de fibra de vidrio (ASTM D 2584). Este valor junto con el espesor debe ser contrastado por la ASTM C 582 (composición del laminado, resistencia mecánica y espesor de la pared).
- Dureza Bar Col (ASTM D 2583).
- Resistencia química (ASTM C 581).

En la ecuación (1.1) se muestra el espesor del tanque de fibra de vidrio (Diseño, fabricación y control de calidad de tanques estáticos de Plásticos Reforzados en Fibra de Vidrio, 2013)

$$t_T = t_{bq} + \frac{0.036 \times d \times H \times D}{2 \times E_{fw} \times Z} \dots\dots\dots (1.1)$$

Donde:

t_T = Espesor total (mm).

t_{bq} = Espesor de la barrera química (mm).

d = peso específico del fluido a contener (kg/dm^3).

H = altura del fluido en el tanque (mm).

D = Diámetro del tanque (mm).

E_{fw} = Módulo en tracción del enrollamiento solo (kPa).

Z = Deformación admisible (0.001).

Variación de la presión con la profundidad.

La presión en un fluido en reposo no cambia en la dirección horizontal. Esto se puede demostrar con facilidad cuando se considera una delgada capa horizontal de un fluido y se realiza un balance de fuerzas en cualquier dirección horizontal. Sin embargo, éste no es el caso en la dirección vertical en un campo de gravedad. La presión en un fluido aumenta con la profundidad (ver fig. 1.2) porque descansa más fluido sobre las capas más profundas, y el efecto de este “peso adicional” sobre una capa más profunda se equilibra por un aumento en la presión.

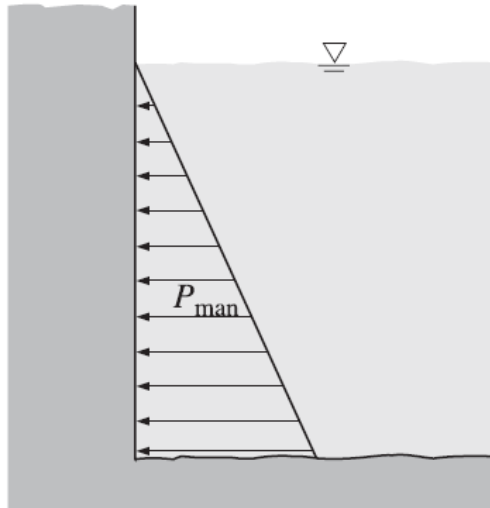


Figura 1.2. La presión de un fluido en reposo aumenta con la profundidad.
FUENTE: (YUNUS CENGEL, 2006)

Si se toma el punto 1 en la superficie libre de un líquido abierto a la atmósfera, donde la presión es la atmosférica P_{atm} , entonces la presión a una profundidad (h) a partir de la superficie libre (ver fig. 1.3).

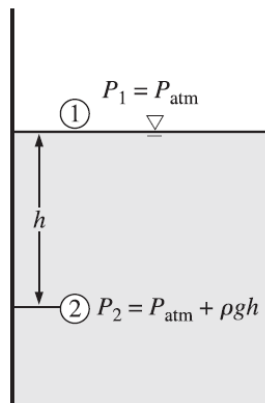


Figura 1.3. La presión de un líquido en reposo aumenta en forma lineal con la distancia a la superficie libre.
FUENTE: (Cengel, y otros, 2006)

1.5 Sistema de evacuación del agua de mar con electrobombas.

Cálculos hidráulicos.

Ecuación de Bernoulli

En la ecuación 1.2 se muestra el caudal (Mataix, 1982).

$$Q = \frac{VT}{t} \dots \dots \dots (1.2)$$

Donde:

Q = Caudal de agua de mar recirculada.

V_T = Volumen de agua total recirculada.

t = Tiempo.

V = Velocidad del fluido (m/s).

En la ecuación 1.3 se muestra la ecuación de Torricelli (Mataix, 1982).

$$V_1 = \sqrt{2 g h} \dots \dots \dots (1.3)$$

Donde:

g = Gravedad

h = Altura real respecto a la salida del fluido.

Número de Reynolds.

Con números de Reynolds pequeños la corriente es laminar (ver fig. I.4); con números de Reynolds grandes la corriente es turbulenta (ver fig. I.5). (Mataix, 1982).

Si $N_R < 2000$, el flujo es laminar.

Si $N_R > 4000$, el flujo es turbulento.

(MOTT, 1996)

En la ecuación 1.4 se muestra el número de Reynolds.

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \dots \dots \dots (1.4)$$

Donde:

Re = Número de Reynolds.

v = Velocidad del agua.

D = Diámetro de la tubería.

ν = Viscosidad cinemática del agua.

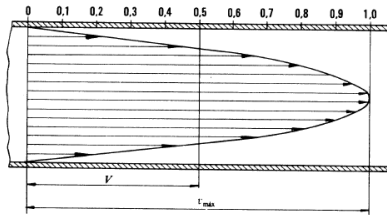


Figura I.4. Regimen laminar

Fuente: (Mataix, 1982).

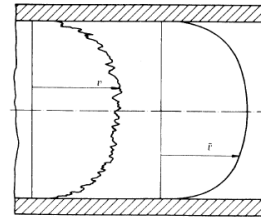


Figura I.5. Regimen turbulento

Fuente: (Mataix, 1982).

Pérdidas de carga en las tuberías.

Las pérdidas de carga en las tuberías son de dos clases: primarias y secundarias

Pérdidas primarias: Las pérdidas primarias son las pérdidas de superficie en el contacto del fluido con la tubería (capa límite) (Mataix, 1982).

En la ecuación 1.5 se muestra la fórmula de Darcy-Weisbach (pérdidas primarias).

$$H_{rp} = f \frac{L}{4R_h} \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (1.5)$$

Donde:

H_{rp} = Pérdidas de carga primaria.

f = Factor de fricción.

L = Longitud de la tubería.

R_h = Radio hidráulico.

V = Velocidad media de la tubería.

g = Gravedad.

Pérdidas secundarias: Las pérdidas secundarias se refiere a los cambios de sección y dirección de la corriente, en las contracciones, ensanchamientos, codos, diafragmas, válvulas de diferentes tipos, etc. (Mataix, 1982).

En la ecuación 1.6 se muestra la fórmula de Darcy-Weisbach (pérdidas secundarias).

$$H_{rs} = k \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (1.6)$$

Donde:

H_{rs} = Pérdidas de carga secundaria.

k = Coeficiente adimensional de pérdida de carga secundaria.

v = Velocidad media en la tubería, si se trata de codos, válvulas.

En la ecuación 1.7 se muestra la altura de presión (H).

$$H = \frac{P_z - P_a}{\rho \cdot g} + (Z_z - Z_a) + H_{ra} + H_{ri} + \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (1.7)$$

Donde:

P_z = Presión manométrica en el punto inicial (Pa).

P_a = Presión manométrica en el punto final (Pa).

Z_z = Altura en el punto final (m).

Z_a = Altura en el punto inicial (m).

H_{ra} = Pérdidas de carga de aspiración (m).

H_{ri} = Pérdidas de carga de impulsión (m).

g = Gravedad (m/s²)

ρ = Densidad del agua de mar

v = Velocidad del fluido (m/s).

En la ecuación 1.8 se muestra la potencia de consumo.

$$P = \frac{\gamma \times Q \times H}{76 \times \eta} \dots\dots\dots (1.8)$$

Donde:

P = Potencia de consumo (HP).

Q = Caudal del fluido (m³/h)

γ = Densidad del fluido (kg/dm^3).

H = Altura (m).

η = Eficiencia de la bomba, (normalmente se asume $0.60 = 60\%$ cuando no se conoce dicho valor).

76 = Constante de unidades.

Selección del diámetro de la tubería

Los criterios modernos para el cálculo de tuberías para conducción de líquidos a presión, contempla los siguientes aspectos:

- Solicitaciones debido a la tensión interna en régimen permanente.
- Solicitaciones debida a la sobrepresión interna variable entre valores positivos y negativos del régimen no permanente o transitorio, conocido como "Golpe de Ariete".

Las Normas Técnicas Peruanas (NTP), establecen una tensión de diseño a la tensión de diseño de 100 Kg/cm^2 , por lo que las presiones internas de trabajo se calcularan con ésta tensión admisible.

De acuerdo a la ISO (International Organization for Standardization), el espesor de la tuberías circulares de PVC, se calcula con:

En la ecuación 1.9 se muestra el diámetro de la tubería.

$$e = \frac{pD}{2\sigma + p} \dots \dots \dots (1.9)$$

Donde:

e = Espesor de pared en mm.

D = Diámetro exterior del tubo en mm.

p = Presión nominal en Kg/cm^2

σ = Tensión de diseño (100 Kg/cm^2).

Asimismo, la NTP 399.002, ha determinado las siguientes presiones nominales de los tubos de PVC:

- CLASE 5 Presión nominal 5 Kg/cm².
- CLASE 7.5 Presión nominal 7.5 Kg/cm².
- CLASE 10 Presión nominal 10 Kg/cm².
- CLASE 15 Presión nominal 15 Kg/cm².

Los valores máximos del flujo en conductos según el material de la tubería y el diámetro de la misma, así como del material en suspensión que se transporte.

Normas técnicas peruanas NTP S-060 (Instalaciones sanitarias en edificaciones). Para el cálculo del diámetro de las tuberías de distribución, se tomará en cuenta la velocidad máxima (ver tabla 1.1) (Rojas Rubio, 2010)

1.6 Sistema de filtración (mecánico, químico y biológico) y esterilización ultravioleta.

Sistema de filtración.

Filtración primaria

Para la filtración primaria cuya característica es la retención de sólidos de gran tamaño se utiliza la filtración mecánica o física. Existen dos tipos de filtración mecánica: Filtración lenta y filtración rápida. En la filtración lenta por lo general, para obtener excelentes resultados se necesita tres etapas de filtración:

- Filtros de desbaste que trabaja a un caudal de 20 a 30 m³/24 h por m² de filtro;
- Pre filtros que trabajan a un caudal de 10 a 20 m³/24 h por m² de filtro;
- Filtros que trabaja a un caudal de 3 a 7 m³/24 h por m² de filtro.

En la ecuación 1.10 se muestra la superficie de filtración (área de filtración).

$$SF = Q / VF \dots\dots\dots 1.10$$

Donde:

SF = Superficie de filtración (m²).

Q = Caudal (m³/h).

VF = Velocidad de filtración (m³/h.m²).

T = Tiempo de circulación (h).

V = Volumen recirculado por día.

En la filtración rápida, el agua atraviesa el material filtrante a velocidades de 4 a 50 m/h. Para una filtración clásica para aguas residuales se realiza a través de un lecho de granulometría homogénea, teniendo al elemento filtrante a una talla entre 1 y 2 mm por el cual atraviesa a una velocidad de 10 m/h y superior (Degremont, 1979).

Al comenzar la operación del filtro, los granos del lecho están limpios y la pérdida de carga se deberá solo al tamaño, forma y porosidad (características hidráulicas) del medio filtrante y a la viscosidad y la velocidad del agua. Pero si, como sucede ordinariamente, contiene sólidos, estos irán recubriendo los granos del lecho incrementando su diámetro y disminuyendo su porosidad inicial, con lo que la pérdida de carga irá incrementándose por la disminución del área de paso del flujo. (Arboleda, 2000).

Para procesos de recirculación constante se recomienda un filtro rápido y a presión, en este caso se utiliza filtros de lecho profundo, en general ésta se utiliza para mejorar la calidad del agua.

Filtración secundaria

Para la filtración secundaria se utiliza la filtración mecánica o física, además del carbón activado como elemento filtrante para eliminar la presencia de cloro y gases en el agua producto de la presencia de amonio. La utilización de carbón activo, debido a su alto poder adsorbente, puede utilizarse sobre una capa soporte de celulosa o de diatomeas para obtener una decoloración y la eliminación, casi total, de materias orgánicas de tipo material. (Degremont, 1979).

La granulometría del material filtrante se determina por el tamaño de la partícula y la uniformidad de tamaños (ver figura 1.6). En el caso de la arena el tamaño ideal oscila entre 0.50 a 2.50 mm. El tamaño ideal para el elemento filtrante antracita es de 0.70 mm. La velocidad de filtración de los filtros multimedia está en el rango de 80 a 120 LPM/m², en el proceso de retro lavado la velocidad estará en el orden de 240 a 360 LPM/m².



Figura 1.6: Distribución del elemento filtrante en un filtro rápido o de presión.

Fuente: Manual de ingeniería de tratamiento y acondicionamiento de aguas.

Filtración biológica.

Los filtros biológicos están conformado por bacterias que transforman la presencia de amonio a nitrito y de nitrito a nitrato, para ello se requiere la presencia en el biofiltro de las bacterias nitrosomas y nitrobacter. El medio poroso granular al recibir el agua con suficiente carga orgánica disuelta, tiende a formar una película biológica alrededor de los granos del mismo, capaz de alimentar microorganismos de distinto tipo, consumidores de materia orgánica biodegradable (MOB), esto es, del grupo de compuestos y/o moléculas asimilables por las bacterias (Arboleda, 2000).

La concentración aproximada de nitrosomas es de: 0.057 g para 0.105 litros esto quiere decir que para un litro de agua con presencia de amonio de 0.3 gN.L, se necesitará 0.543 g de nitrosomas a un caudal de recirculación de 0.27 l/h. La concentración de amonio a la salida es de 0.064 gN.L

La concentración aproximada de nitrobacter es de: 0.029 g para 0.105 litros esto quiere decir que para un litro de agua con presencia de amonio de 0.3 gN.L, se necesitará 0.276 g de nitrosomas a un caudal de recirculación de 0.27 l/h. La concentración de nitrito a la salida es de 0.0165 gN.L

El resultado es el nitrato que no representa un problema de contaminación del agua por el contrario favorece como nutriente para los cultivos de algas (Arboleda, 2000).

Selección del sistema de esterilización.

Unidad ultravioleta.

La unidad ultravioleta es un equipo que realiza la labor de esterilización del agua mediante radiación UV. Elimina la reproducción de microorganismos no deseados en el sistema. Las unidades dependiendo del modelo, tienen diferentes caudales esterilizados, teniendo como rango de operación óptimo del 75% del máximo caudal, tales como:

Con una lámpara UV de 18 watts esteriliza hasta un caudal de 2 GPM, aproximadamente 0.5 m³.

Con una lámpara UV de 23 watts esteriliza hasta un caudal de 4 GPM, aproximadamente 1 m³.

Con una lámpara UV de 28 watts esteriliza hasta un caudal de 8 GPM, aproximadamente 2 m³.

Con una lámpara UV de 30 watts esteriliza hasta un caudal de 10 GPM, aproximadamente 2.5 m³.

Con una lámpara UV de 40 watts esteriliza hasta un caudal de 13 GPM, aproximadamente 3 m³.

Con una lámpara UV de 80 watts esteriliza hasta un caudal de 22 GPM, aproximadamente 5 m³.

1.7 Tablero de control y mando.

Para la selección de tablero de control y mando se debe tener en cuenta el Código Nacional de Electricidad (CNE) y la Norma Técnica Peruana (NTP). Para obtener el amperaje de los equipos instalados en el sistema de recirculación acuícola se utiliza:

En la ecuación 1.11 se muestra la potencia.

$$P = V \times I \dots\dots\dots (1.11)$$

Donde:

P = Potencia.

V = Voltaje

I = Intensidad

Para la selección de la protección de interruptores diferenciales se debe tener en cuenta las normas del código nacional de electricidad – utilización en la sección 020 – 132, que reglamenta la instalación de interruptores diferenciales (ver fig. 1.14).

Para la selección de interruptores diferenciales debe abrir el circuito cuando detecte una diferencia de corriente entre las dos líneas igual o menor a 30 Ma (ver figura 1.7).

Se debe observar lo siguiente:

I = Amperaje de diseño del interruptor.

I_f = Amperaje de apertura, protección ante corrientes de fuga (0.03 A o 30 mA).

V = Voltaje de diseño 220 v.

CE = Sello de la comunidad europea avalando el equipo.

I_{cc} = Corriente de cortocircuito.



Figura 1.7: Interruptor diferencial

Fuente: Catálogo empresa Techno.

Para la selección de la protección del sistema de fuerza (Contactores) se debe tener en cuenta las normas del código nacional de electricidad, la mayoría de los Contactores se rigen bajo normas y regulaciones eléctricas internacionales IEC y NEMA. Para seleccionar y darle el uso adecuado al contactor se debe entender los datos de placa del contactor (ver fig. 1.8):

IEC 60947: Norma bajo la cual el contactor cumple.

CE: Sello de la comunidad europea avalando el equipo.

UL: sello de Underwrites Laboratories que avala el equipo.

le AC-1 (A): Corriente asignada de empleo. En este caso, categoría AC-1, 100 A para cargas resistivas.

le (A): Corriente asignada de empleo para categoría AC-3. El contactor del ejemplo soporta 65A

P (KW o CV): Potencia máxima que soporta el contactor de acuerdo al voltaje indicado.

Ui (V): Voltaje de aislamiento. Es el voltaje máximo sin perder propiedades dieléctricas (sin corrientes de fuga o falla).

Ue (V): Voltaje asignado de empleo. Guarda relación con la corriente y potencia que soporta el contactor.

PH (HP): Potencia máxima monofásica que soporta el contactor.

3 PH (HP): Potencia máxima trifásica que soporta el contactor.

Torque (Nm o Lb.in): Ajuste máximo que soporta los terminales de entrada y salida de fuerza. Si se sobrepasa los valores, se dañan los hilos del tornillo hilo/rosca.

Break all lines: Significa que todas las líneas (fases) principales se abren cuando se desenergiza la bobina garantizando la total apertura.



Figura 1.8: Datos de placa de un contactor

Fuente: Catálogo empresa SIEMENS.

Para seleccionar la protección con relé térmico se debe tener en cuenta que sea de una marca reconocida (ver figura 1.9), según el código nacional de electricidad – utilización. Se debe tener presente para la selección las siguientes características de diseño:

Verificar el tiempo máximo que puede soportar una sobre intensidad no admisible.

Verificar que la intensidad del receptor esté comprendida dentro del margen de regulación de la intensidad del relé.

Verificar que la intensidad nominal del motor se encuentre dentro del rango de la ruleta de intensidad (ubicado en la parte frontal hacia la derecha).

CE = Sello de la comunidad europea avalando el equipo.

Torque (Nm) = Ajuste máximo que soporta los terminales de entrada y salida de fuerza.



Figura 1.9: Relé térmico

Fuente: Catálogo empresa SIEMENS.

1.8 Sistema de control de nivel del tanque.

Un sensor de nivel es un dispositivo que mide generalmente la altura de un líquido dentro de un recipiente. Los sensores de nivel se dividen en dos tipos: sensor de nivel de punto, este se utiliza para marcar la altura a un nivel preestablecido; y el sensor de nivel continuo, que se utiliza para realizar un seguimiento de los diferentes niveles dentro del sistema.

Para seleccionar un sistema de control de nivel de un tanque, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Determinar la calidad del agua que se quiere medir.
- Requerimiento de nivel de punto o nivel continuo.
- La temperatura del agua.
- La presión del agua.
- Rangos de medición que se necesita.
- Acumulación de material flotante en la superficie.
- Provocación de turbulencia, espuma o vapor en el tanque.

En la etiqueta del sensor de nivel debemos tener en cuenta lo siguiente (ver fig. 1.10):

- Nombre y dirección del fabricante.
- Marca de conformidad de la comunidad europea (CE).
- Número de modelo del sensor.
- Número de serie del sensor.
- Año de fabricación.
- Marca de protección contra explosiones.
- Número de certificado.




 0575  II 1/2 G EEx d IIB T8 Tamb = -40 to +70°C Basecode 03ATEX0071X		Rosemount TankRadar® REX Radar Tank Gauge Type RTG 3900	
Box marked when this enclosure contains Associated Electrical Apparatus, Component Certificate: <input type="checkbox"/> Basecode 03ATEX0060U coded [EEx ia] IIC		Mains: See table Serial no: _____ Unit Id: _____	
CAUTION: To prevent ignition of hazardous atmospheres, Do not open when energized or when an explosive gas atmosphere is present. Keep assembly closed when in operation. No gas exit under tension.		 Rosemount Tank Radar AB Gothenburg, Sweden MADE IN SWEDEN 2003	

Figura 1.10: Sensor de nivel

Fuente: Catálogo de la empresa Rosemount tankradar.

1.9 Formulación del problema

¿Cómo diseñar un sistema de recirculación acuícola de 5 m³/h, en la crianza de peces marinos del Fondo Nacional de Desarrollo pesquero - Ancash?

1.10 Justificación del estudio.

El presente estudio de investigación se ha desarrollado para el diseño e implementación en un ambiente reducido en la crianza de peces, ya que solo se encuentra aplicaciones para criaderos grandes.

Justificación técnica

Permitirá aplicar las bases teóricas de mecánica de fluidos, diseño de elemento de máquinas, sistema de control y fuerza; para dar solución a la realidad problemática descrita en el presente proyecto de investigación.

Justificación económica

El presente proyecto es diseñar e implementar con accesorios y equipos que se encuentran en el mercado local, por lo tanto, el costo es menor en comparación de contratar con una empresa extranjera para su diseño e implementación.

Justificación social

Porque permitirá a las comunidades establecer granjas piscícolas (cultivo de peces), incrementándose el mercado laboral no solo del personal obrero, sino de personal técnico y profesionales.

Justificación institucional

Se establece metas institucionales como son los proyectos de innovación que contribuya a la reactivación de la actividad pesquera. Dichos proyectos de innovación que apoyan ambas instituciones (FONDEPES – UCV) permitirá afianzar alianzas para la integración y contribución a la sociedad y el país en general.

1.11 Hipótesis.

Realizando el diseño de un sistema de recirculación acuícola de 5 m³/h, con tres etapas de filtración (una física, una química y otra biológica), se logrará obtener una mejor calidad de agua de mar (menor a 80 mg/l de presencia de sólidos suspendidos totales), en el cultivo de peces marinos del Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES).

1.12 Objetivos.

1.12.1 General

Diseño un sistema de recirculación acuícola de 5 m³/h en el cultivo de peces marinos del Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero – Ancash.

1.12.2 Específicos

1. Proponer un proceso en el sistema de recirculación acuícola.

2. Diseñar el tanque de agua para la crianza de peces con una capacidad de 10 m³.
3. Seleccionar una electrobomba para un sistema de recirculación acuícola.
4. Rediseñar y seleccionar el sistema de filtración (primaria, secundaria y biológico) y la esterilización ultravioleta.
5. Seleccionar el tablero de control y mando para el sistema de recirculación acuícola.
6. Seleccionar el sistema de control de nivel del tanque de acumulación.

II. Método

2.1. Diseño de investigación.

No experimental – transversal.

No experimental: Porque analizaremos el sistema de recirculación acuícola, como instrumento para mejorar la calidad del agua, sin desviarnos de su rol principal que es de evacuar los sólidos suspendidos totales

Transversal: Porque presen te proyecto tiene una fecha de realización y culminación, que comprende el análisis y el dimensionamiento para mejorar la calidad del agua de mar.

2.2. Variables, Operacionalización.

Variable independiente.-

Caudal

Calidad

Volumen del tanque.

Variable dependiente.-

Características técnicas del sistema de recirculación acuícola de agua de mar.

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable independiente Caudal, calidad y volumen de agua de mar.	Caudal: Es la cantidad de fluido que circula a través de una sección de un ducto.	Caudal: Cantidad de agua de mar que circula por el sistema de recirculación acuícola	m3/h	4 - 6

Continuación

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable independiente Caudal, calidad y volumen del agua de mar.	Calidad: Se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua.	Calidad: Es la mínima presencia de residuos en el agua de mar, se refiere a la inocuidad del agua producto del sistema de recirculación.	mg/l	50 - 80
	Volumen: Como propiedad física de la materia, es el espacio que ocupa un cuerpo.	Volumen: Se refiere a la cantidad de agua de mar almacenada en los estanques de cultivo de peces y que se va a tratar con el sistema de recirculación.	m ³	7 - 10
Variable Dependiente. Características técnicas del sistema de recirculación acuícola de agua de mar.	Potencia: Es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo.	Potencia: Es la fuerza de la de la electrobomba para abastecer el agua de mar al sistema de recirculación.	KW	2 - 3
	Diámetro: Anchura de un objeto con forma circular, cilíndrica o esférica.	Diámetro: Es el ancho de la tubería que traslada el agua de mar en el sistema de recirculación acuícola.	Pulgadas.	1.5 - 2
	Pérdidas hidráulicas: La pérdida de carga en una tubería o canal es la pérdida de presión que se produce en un fluido.	Pérdidas hidráulicas: Es la pérdida por fricción, debido a las tuberías y accesorios con que cuenta el sistema de recirculación.	Metros de columna de agua.	40 - 50.
	Selección: Se hace referencia al acto de elegir, seleccionar una cosa, objeto o individuo, entre un conjunto de elementos o individuos.	Selección: Es la elección de los filtros apropiados (lentos o rápidos), que conforman el sistema de filtración en la recirculación del agua de mar.	Selección de filtros (físico, químico y biológico).	m ³ /m ² .h

2.3. Población, muestra.

Población:

Sistemas de recirculación acuícola para la crianza de peces.

Muestra:

Se considerará el Sistema de Recirculación Acuícola, del Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero:

Muestreo:

No hay muestreo porque el equipo proyectado es único.

Criterios de selección:

No hay criterio de selección porque la muestra es única.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Para el presente proyecto de tesis se utilizaran las siguientes técnicas e instrumentos:

Técnica.

La entrevista se realizará al técnico que se encarga de los trabajos de alimentación de los peces y del mantenimiento de los estanques, además del profesional encargado del área de peces, asimismo al responsable del Centro de Acuicultura La Arena. Con la finalidad de recabar información de la problemática en el cultivo y las dimensiones del área disponible para el desarrollo del presente proyecto.

La observación de campo es importante para verificar la presencia de los sólidos suspendidos en el agua de los estanque de cultivo de peces marinos. Estas observaciones van a ser fundamentales para evaluar las condiciones favorables y desfavorables del proyecto y en que debemos tener énfasis para mejorar y así tener el éxito esperado del proyecto.

El análisis de documentos se llevará a cabo a los libros de consulta de tratamiento de aguas (sistema de recirculación para la acuicultura) y de cálculos de mecánica de fluidos, para la recolección de datos acerca de la variable dimensionamiento de un sistema de recirculación acuícola para mejorar la calidad del en los estanques de cultivo de peces marinos, que es materia del presente proyecto.

Instrumentos.

En la entrevista al personal técnico y profesional del Centro de Acuicultura La Arena se tomará en cuenta la guía de entrevista, en donde se tomará apuntes de las experiencias cotidianas en el cultivo de peces marinos en estanques.

En la observación de campo se tomará en cuenta la guía de observación, en donde se tomará apuntes de la presencia de sólidos suspendidos en el agua de cultivo, así como del área disponible para la instalación de un sistema de recirculación acuícola.

En el análisis de documentos se tomará en cuenta libros de consulta de sistemas de recirculación acuícola y de mecánica de fluidos. Asimismo, tomaremos en cuenta los informes mensuales y anuales de la presencia de los sólidos suspendidos y la mortalidad de los peces.

TECNICAS	INSTRUMENTO
Entrevista.	Guía de entrevista
Observación de campo.	Guía de observación.
Análisis de documentos.	Libros de consulta, Planos.

Validez y confiabilidad del instrumento.

Juicio de expertos.

Análisis de documentos. Los datos han sido obtenidos de los informes anuales elaborados por la institución gubernamental – Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero – Ministerio de la Producción.

2.5. Método de análisis de datos.

El presente proyecto tiene por idea preponderante el dimensionamiento de un sistema de recirculación acuícola, para mejorar la calidad de agua de mar en el cultivo de peces, teniendo como factor importante la falta de espacio en el área de cultivo. Seguidamente se realizará los cálculos de la evacuación y retorno del agua de mar, para ello se tomará en cuenta la utilización de las fórmulas básicas de mecánica de fluidos y necesitará lo siguiente:

Recopilación de datos de la problemática de la calidad de agua, la presencia de sólidos suspendidos del agua en los estanques de cultivo de peces marinos

Capacidad del estanque de cultivo de peces marinos, el volumen total en el estanque y la cantidad de agua recirculada por día.

Las dimensiones del área total disponible para la instalación del SAR, en donde se ubicará el sistema de filtración mecánica, química y biológica.

Diseño del sistema de recirculación de agua, basándose en el área disponible, se realizará los cálculos del caudal, la potencia de la electrobomba para la evacuación del agua de mar de los estanques de cultivo. Luego calcular las dimensiones de la tubería y con ello seleccionar los equipos y accesorios necesarios, basándose en los resultados de los cálculos.

2.6. Aspectos éticos.

El presente proyecto de investigación se ha realizado respetando la propiedad intelectual de los autores de los libros consultados, asimismo toda la información es veraz con la realidad de la institución.

III. Resultados.

3.1. Proceso del sistema de recirculación acuícola para 5 m³/h.

El sistema de recirculación acuícola para 5 m³/h, es un diseño compacto, que se puede instalar en ambientes pequeños, para éste proyecto se cuenta con 3 metros de ancho y 5 metros de largo, desarrollando la evacuación de los sólidos suspendidos del tanque de cultivo de peces marinos, con un sistema de filtraciones (mecánica, química y biológica) y retorne al tanque de cultivo en buenas condiciones de uso.

El área de cultivo de peces consta de un tanque de cultivo de peces, en donde se lleva las actividades acuícolas, la capacidad total serán de acuerdo al requerimiento del personal profesional del área y cuyas dimensiones finales se observa en los cálculos de la presente tesis, asimismo, al interior del tanque se encuentra instalado una geo membrana.

El proceso del sistema de recirculación acuícola para 5 m³/h, empieza con la instalación de una electrobomba, la línea de succión se encuentra en la parte central del tanque de cultivo de peces cuya capacidad es de 10 m³, con el objetivo de evacuar el agua con la presencia de sólidos suspendidos, y trasladarlo al sistema de filtración mecánico; para cumplir con este objetivo se seleccionó dos filtros ciclónicos y así empezar con el tratamiento del agua en su primera fase (retención de sólidos suspendidos grandes y filtración a 300 micras) la estructura interna del filtro permite realizar las dos filtraciones por la funda interna y la entrada tangencial, precipitándose los sólidos mayores al fondo del filtro, pasando al segundo compartimento interno con un filtro adecuado para éste fin de 50 micras; en éstas condiciones el agua llega a una nueva etapa de filtración con el objetivo de obtener agua cuyas partículas no excedan las 10 micras, para ello se utiliza un filtro multimedia en cuyo interior se encuentra el material filtrante, uno de los materiales filtrante se encuentra el carbón activo, con ello se cumple la filtración química, que ayudará a eliminar la presencia de cloro y gases que se encuentran en el agua, debido a la presencia de sólidos suspendidos en el agua; seguidamente el agua se almacena en un tanque de acumulación destinado como filtración

biológica, en donde se ubicara las bacterias nitrificantes eliminando la presencia de nitritos convirtiéndolo en nitrato, siendo ésta no nocivo para los peces.

En la segunda etapa del proceso se instaló una electrobomba para la evacuación del agua del tanque de acumulación a una filtración mecánica de cartucho con una capacidad de filtración a 10 micras, y luego proseguir al equipo de esterilización ultravioleta que consta de 6 lámparas UV para un caudal máximo de hasta 45 GPM. La entrada al tanque de cultivo será tangencial, para aprovechar la fuerza del agua para hacerlo un movimiento rotacional desde los bordes hasta la parte central del tanque de cultivo, donde se concentrará los residuos: empezando nuevamente el ciclo del tratamiento del agua de mar (ver fig. 1.11).

Diagrama del sistema de recirculación acuícola propuesto en la presente tesis.

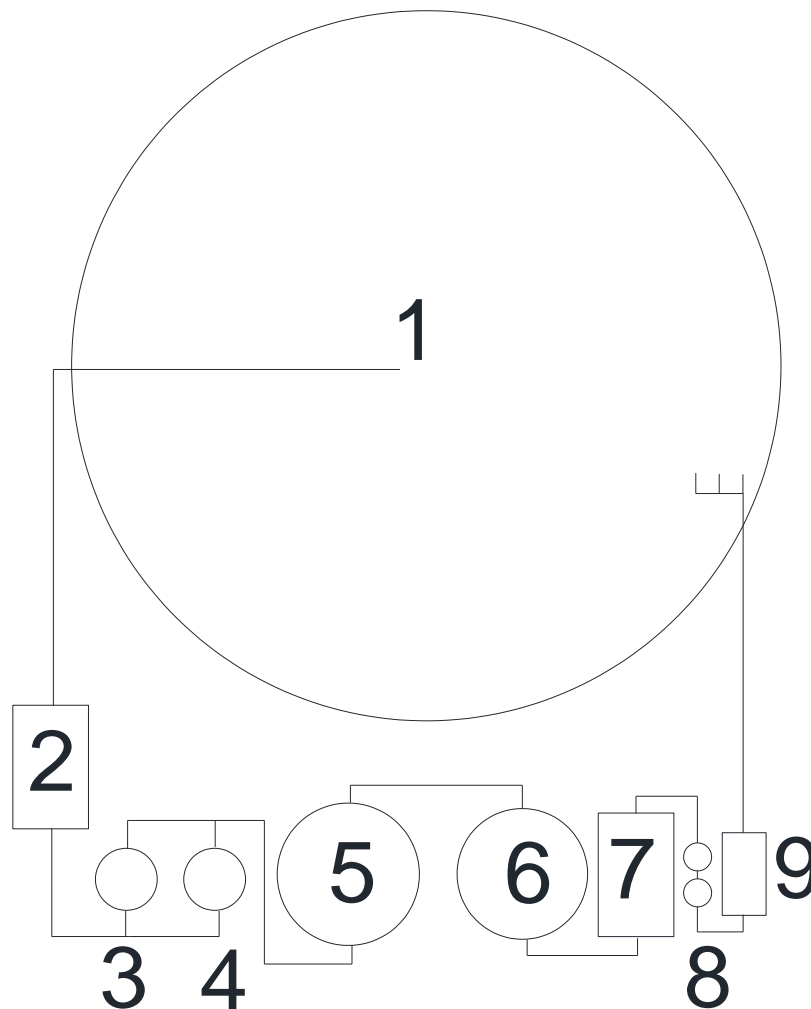


Figura 1.11: Esquema del Sistema de recirculación acuícola

- 1.- Tanque de fibra de vidrio de 10 m³ para el cultivo de peces.
- 2.- Electrobomba N° 1 con diseño para la acuicultura.
- 3 y 4.- Filtración primaria, filtros ciclónicos.
- 5.- Filtración secundaria, filtro tipo tritón.
- 6.- Filtración biológica/tanque de acumulación.
- 7.- Electrobomba N° 2 con diseño para la acuicultura.
- 8.- Porta filtros big blue o housing's de 20", con elemento filtrante tipo bobina.
- 9.- Sistema de esterilización, unidad ultravioleta.

3.2. Diseño de tanque de fibra de vidrio de 10 m³ de capacidad para agua de mar.

Para dimensionar el estanque de cultivo de peces se tomará en cuenta los requerimientos de los profesionales a cargo del área, dicho requerimiento son los siguientes:

Altura: 0.90 m.

Volumen: 10 m³.

Hallando el volumen de diseño.

$$10 = \frac{\pi \cdot (D)^2}{4} \times 0.9 \text{ m}$$

$$D = 3.76 \text{ m.}$$

Aproximando:

$$D = 3.8$$

Hallando la presión en la columna de agua del tanque de fibra de vidrio de 10 m³ de capacidad para agua de mar.

De la ecuación general de la hidrostática (Cengel, y otros, 2006), hallaremos la presión en un tanque abierto.

$$P = (1027 \text{ (kg/m}^3) \times 9.81 \text{ (m/s}^2) \times 0.90 \text{ (m)})$$

$$P = 9067.38 \text{ Pa.}$$

$$P = 0.009 \text{ MPa}$$

Hallando el espesor del tanque de fibra de vidrio de 10 m³ de capacidad para agua de mar.

De la ecuación 1.1 hallaremos el espesor del tanque.

$$t_T = 2.5 + \frac{0.036 \times 1.8 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \times 900 \text{ mm} \times 3800 \text{ mm}}{2 \times 47800000 \text{ kPa} \times 0.001}$$

$$t_T = 4.82 \text{ mm.}$$

Tomando en cuenta el resultado se determina la aproximación mayor, entonces el espesor será de 5 mm.

3.3. Selección de la electrobomba

Cálculos hidráulicos de un sistema de recirculación acuícola. Determinar el caudal de agua de mar recirculada en el estanque de cultivo.

Datos:

Capacidad del tanque de cultivo (volumen) = 10.2 m³.

Recambios por día = 10 veces (solicitud de los profesionales del área de peces)

Tiempo = 24 horas

- Hallando el volumen total recirculada de agua de recambio por día.

$$V_T = V_t \times R$$

Donde:

V_T = Volumen total recirculada por día.

V_t = Volumen en el tanque de cultivo de peces (10.2 m³).

R = Recambios por día (10 recambios).

Reemplazando:

$$V_T = V_t \times R$$

$$V_T = 102.00 \text{ m}^3 \text{ diarios}$$

- De la ecuación 1.2 hallaremos el caudal de agua de mar recirculada en el estanque de cultivo.

$$Q = \frac{102.00 \text{ m}^3}{24 \text{ horas}}$$

$$Q = 4.25 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 1.18 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 1.18 \text{ l/s}$$

$$Q = 17.71 \text{ GPM.}$$

- De la ecuación 1.3 hallaremos la ecuación de Torricelli.

Hallando la velocidad de la evacuación del fluido, tomando la altura de trabajo ($h = 0.7 \text{ m}$)

$$V_1 = \sqrt{2 \times 9.81 \text{ m/s}^2 \times 0.70 \text{ m}}$$

$$V_1 = 3.7059 \text{ m/s.}$$

Determinar las pérdidas hidráulicas de aspiración e impulsión.

Para hallar las pérdidas hidráulicas de aspiración y expulsión se debe determinar lo siguiente:

- De la ecuación 1.4 hallaremos el número de Reynolds (Re)

Hallando la viscosidad cinemática (γ) a 23°C. Interpolando se obtiene:

$$\gamma = 0.932 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

Reemplazando para hallar el número de Reynolds

$$Re = \frac{3.7059 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0.04952 \text{ m}}{0.000000932 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}}$$

$$Re = 1.97 \times 10^5 \text{ Régimen turbulento.}$$

- Factor de Fricción (f).

Para obtener el factor de fricción, se necesitará de la tabla de valores de la rugosidad absoluta del material que se utilizará en el Sistema de Recirculación Acuícola (ver tabla 1.2).

Rugosidad Relativa:

$e: (K/D)$

Donde:

e = Rugosidad relativa.

K = Rugosidad absoluta.

D = Diámetro interior.

Según tabla, la rugosidad relativa es:

$$e = \left(\frac{K}{D_i} \right) \rightarrow e = 0,0015$$

$Re = 1.97 \times 10^5$ Régimen turbulento.

En el diagrama de Moody observamos que el factor de fricción para éste caso en particular es 0,017 (ver fig. 1.12).

$f = 0,017$.

- De la ecuación 1.5 hallaremos las pérdidas hidráulicas primarias – tubería de aspiración.

Hallando con la ecuación de Darcy – Weisbach.

$$H_{rp} = 0,017 \times \frac{5.97 \text{ m}}{0.04952 \text{ m}} \times \frac{(3.7059)^2 \text{ m/s}^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$H_{rp} = 1.43 \text{ m}$.

- De la ecuación 1.5 hallaremos las pérdidas hidráulicas primarias – tubería de impulsión.

Hallando con la ecuación de Darcy – Weisbach.

$$H_{rp} = 0,017 \times \frac{9.3 \text{ m}}{0.04952 \text{ m}} \times \frac{(3.7059)^2 \text{ m/s}^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$H_{rp} = 2.23 \text{ m}$.

- De la ecuación 1.6 hallaremos las pérdidas hidráulicas secundarias – tubería de aspiración, para ello se utilizara la constante K flujo turbulento (ver tabla 1.3) (Potter, y otros, 2002).

Calculando las perdidas hidráulicas secundarias de aspiración (Válvula check – 01 unidad).

Según la tabla 1.3:

$$K (\text{check}) = 1.43$$

Reemplazando en la ecuación de Darcy – Weisbach.

$$\text{Hrs} = 1.43 \times \frac{(3.7059)^2}{2 \cdot 9.81}$$

$$\text{Hrs} = 1 \text{ m}$$

Cantidad de accesorios = 1

$$\text{Hrs} = 1 \times (1) \rightarrow \text{Hrs} = 1 \text{ m.}$$

- Calculando las perdidas hidráulicas secundarias de aspiración (Codos 90° – 03 unidad).

Según la tabla 1.3:

$$K (\text{codo } 90^\circ) = 0,95$$

Reemplazando en la ecuación de Darcy – Weisbach:

$$\text{Hrs} = 0.95 \times \frac{(3.7059)^2}{2 \cdot 9.81}$$

$$\text{Hrs} = 0.66 \text{ m}$$

Cantidad de accesorios = 3.

$$\text{Hrs} = 0.66 \times (3) \rightarrow \text{Hrs} = 1.98 \text{ m.}$$

- Calculando las perdidas hidráulicas secundarias de impulsión (Válvulas tipo globo – 06 unidades).

Según la tabla 1.3:

$$K (\text{válvulas tipo globo}) = 6.9$$

Reemplazando en la ecuación de Darcy – Weisbach:

$$\text{Hrs} = 6,90 \times \frac{(3.7059)^2}{2 \cdot 9.81}$$

$$\text{Hrs} = 4,83 \text{ m}$$

Cantidad de accesorios = 6

$$\text{Hrs} = 4,83 \times (6) \rightarrow \text{Hrs} = 28,98 \text{ m.}$$

- Calculando las pérdidas hidráulicas secundarias de impulsión (Codos 90° – 13 unidad).

Según la tabla 1.3:

$$K (\text{codo } 90^\circ) = 0,95$$

Reemplazando en la ecuación de Darcy – Weisbach:

$$\text{Hrs} = 0,95 \times \frac{(3,7059)^2}{2 \times 9,81}$$

$$\text{Hrs} = 0,66 \text{ m}$$

Cantidad de accesorios = 13

$$\text{Hrs} = 0,66 \times (13) \rightarrow \text{Hrs} = 8,58 \text{ m.}$$

Las pérdidas hidráulicas de aspiración e impulsión en la tubería y accesorios son:

$$\text{Hrpa} + \text{Hrpi} + \text{Hrsa} + \text{Hrsi}$$

Reemplazando:

$$1,43 + 2,23 + (1,00 + 1,98) + (28,98 + 8,58) = 74,2 \text{ m}$$

De la ecuación 1.7 hallaremos la altura de presión (H).

Donde:

$$H = \frac{P_z - P_a}{\rho \cdot g} + (Z_z - Z_a) + \text{Hra} + \text{Hri} + \frac{v^2}{2g}$$

$$H = (Z_z - Z_a) + \text{Hra} + \text{Hri} + \frac{v^2}{2g}$$

$$H = (1,4 - 0) + (1,43 + 2,23) + (2,98 + 37,56) + \frac{(3,7059)^2}{2 \times 9,81}$$

$$H = 58,9 \text{ m.}$$

Según la tabla 1.9 la pérdida de carga de los filtros en el sistema de filtración es de 10 m.c.a. En el sistema de retrolavado el flujo del agua es de 3 veces al flujo de filtración. Por ejemplo para los filtros de arena la relación Q/A es de 80 a 120 LPM/m² y el flujo para el retrolavado es de 240 a 360 LPM/m².

El sistema de recirculación acuícola cuenta con 2 filtros (por cada filtro la pérdida de carga es de 10 m.c.a.) por lo tanto la pérdida de carga es de 20 m.c.a.

$$H = 58.9 + 20$$

$$H = 78.9 \text{ m.}$$

De la ecuación 1.8 hallaremos la potencia de consumo.

Reemplazando

$$P_a = (1027 \text{ kg/m}^3 \times 1.33 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \times 78.9 \text{ m}) / (76 \times 0.6)$$

$$P_a = 2.36 \text{ HP}$$

La electrobomba seleccionada será la inmediata superior cuya potencia es de 2.5 HP.

Hallando el diámetro de la tubería

Según la Norma Técnica Peruana NTP S-060, en la tabla de velocidades máximas, para el cálculo del diámetro de tuberías, el diámetro de la tubería de PVC, para la evacuación del agua de mar es de 2 pulgadas.

Asimismo, en la Norma Técnica Peruana NTP 399.002 la presión nominal para una tubería de 2 pulgadas clase 10 es 10 Kg/cm².

De acuerdo a la ISO (International Organization for Standardization) el espesor de las tuberías circulares, se calcula con:

De la ecuación 1.9 hallaremos el espesor de la pared del tubo.

Reemplazando:

$$e = \frac{10 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 5.2 \text{ cm}}{2 \times \frac{100 \text{ Kg}}{\text{cm}^2} + 10 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$e = 0.248 \text{ cm}$$

$$e = 2.48 \text{ mm.}$$

3.4. Diseño y selección de los sistemas de filtración (primaria, secundaria y biológico) y la esterilización ultravioleta.

Selección de la filtración primaria.

Filtración mecánica.

Para el presente proyecto se evaluará las siguientes condiciones para la filtración mecánica:

- Rango de diseño del flujo de agua de la filtración mecánica mayor al flujo del agua del diseño del proyecto ($5 \text{ m}^3/\text{h}$).
- Dimensiones (diámetro) pequeñas, ideal para ambientes reducidos.
- Características operacionales (separación de residuos grandes y filtración a 300 micras) compactas.

Realizaremos los cálculos siguientes:

Calculando el caudal en m^3/h .

10 m^3 (volumen del tanque) x 10 (recambios por día)

$100 \text{ m}^3/\text{día}$.

$Q = 100 \text{ m}^3 / 24 \text{ horas}$.

$Q = 5 \text{ m}^3/\text{h}$.

De la ecuación 1.10 hallaremos la superficie de filtración.

$SF = 5 \text{ m}^3/\text{h} / 50 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$

$SF = 0.1 \text{ m}^2$.

Hallando el diámetro del filtro primario.

$A = \pi \times D^2 / 4$

Reemplazando los datos:

$D = \sqrt{0.1 \times 4 / \pi}$.

$D = 0.3568 \text{ m}$.

$D = 35.68 \text{ cm}$

Dada las características de la filtración mecánica y al espacio reducido se optó por instalar dos **filtros ciclónicos**, de marca Harmsco, modelo HUR 170 HP, cuyas características de diseño son las siguientes:

- Consta de dos cámaras de filtración: la primera cámara por el efecto centrífugo se precipitan los sólidos grandes al piso del filtro y es evacuado a través de una purga. La segunda cámara consta de un filtro de papel de 50 micras.
- Ingreso tangencial.
- Área máxima de filtración 170 pies cuadrados (15.793 m^2).
- Rango de diseño para el flujo de agua 150 GPM ($34.2 \text{ m}^3/\text{h}$).
- Máxima presión de operación 150 PSI.

Dimensiones:

- Diámetro: 13" (0.33 m).
- Altura: 40 1/2" (1.02 m).

En la selección del filtro ciclónico (ver fig. 1.21), se tomó en cuenta el trabajo del filtro en la evacuación de los sólidos suspendidos en su etapa primaria, evitando que ésta se convierta en un problema (cuello de botella), para ello se colocará dos filtros ciclónicos en paralelo en el sistema para maximizar su rendimiento.

Debido a la implementación de un sistema de retro lavado que no está contemplado en el diseño original, se **rediseñó el filtro de la segunda cámara**, de la siguiente manera:

Se acondicionó una tubería de 2" PVC, con una longitud de 0.40 m, realizándole ranuras longitudinales en toda su estructura, asimismo, se realizó una cubierta de tres capas alrededor de la tubería con malla Nitex de 300 μ , en las cuales se efectúa la retención de los sólidos, además de soportar la presión del agua en el momento del retro lavado.

El caudal que ingresa a filtro ciclónico es de 53 GPM, en el diseño del sistema de recirculación acuícola del presente proyecto.

Selección de la filtración secundaria.

Para el presente proyecto se evaluará las siguientes condiciones para la filtración secundaria:

- Rango de diseño del flujo de agua del filtro químico (filtro multimedia) mayor al flujo del agua del diseño del proyecto (5 m³/h)
- Dimensiones (diámetro) pequeñas, ideal para ambientes reducidos.
- Características operacionales (filtración a 10 micras y mejorar la calidad del agua eliminando los gases en el agua de mar con presencia de sólidos suspendidos) compactas.
- Filtración rápida.

Realizaremos los cálculos siguientes:

Calculando el caudal en m³/h.

10 m^3 (volumen del tanque) x 12 (recambios por día) = $120 \text{ m}^3/\text{día}$.

$Q = 120 \text{ m}^3 / 24 \text{ horas} = 5 \text{ m}^3/\text{h}$.

De la ecuación 1.10 hallaremos la superficie de filtración.

$SF = 5 \text{ m}^3/\text{h} / 50 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2 = 0.1 \text{ m}^2$.

Hallando el diámetro del filtro secundario.

$A = \pi \times D^2 / 4$

Reemplazando los datos:

$D = \sqrt{(0.1 \times 4 / \pi)}$.

$D = 0.3568 \text{ m}$.

$D = 35.68 \text{ cm}$

Dada las características de la filtración secundaria y al espacio reducido se optó por instalar un filtro Pentair (ver fig. 1.22), cuyas características de diseño son las siguientes:

- Presión de trabajo = 2.5 Bar.
- Velocidad de filtración = $22 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Área de filtración = 0.64 m^2 .

Dimensionamiento del elemento filtrante:

- Grava = Medida granular recomendada 2 mm a 5 mm, cantidad de elemento filtrante recomendada 120 kg.
- Arena silicio = Medida granular recomendada 0.6 mm a 0.8 mm, cantidad de elemento filtrante recomendada 210 kg.

Selección de la filtración biológica

Para el presente proyecto se evaluará las siguientes condiciones para la filtración biológica:

- Rango de diseño del tanque de cultivo de bacterias nitrificantes mayor al flujo del agua del diseño del proyecto
- Dimensiones (diámetro) pequeñas, ideal para ambientes reducidos.

Dada las características de la filtración biológica y al espacio reducido se optó por instalar un tanque de fibra de vidrio de 1 m^3 , con material de fijación de material bilógico (nitrobacter). El caudal de ingreso es de 42 GPM y el caudal de evacuación es de 35 GPM, se sembró 20 gr de nitrobacter en 1500 sustratos (tubos de PVC de $\frac{3}{4}$ " de diámetro por 5 cm de longitud), el crecimiento de la población bacteriana es lento, el aire suministrado por el blowers y la instalación de una piedra difusora al final de la línea, se instaló por debajo de los sustratos, evitando la sedimentación y así prevenir el deterioro de la masa orgánica.

Selección del sistema de esterilización.

El caudal con la evacúa la segunda electrobomba desde el tanque de acumulación que pertenece a la filtración biológica es de 35 GPM, para ello se evaluó el sistema de esterilización germicida, para ello se evaluó lo siguiente:

El material de construcción sea de plástico y que esterilice un caudal mínimo de 35 GPM, encontrando en la marca Sterilight, un equipo con la capacidad de 06 lámparas de 30 watts, cuyo rango de operación máximo es de 60 GPM, siendo su rango optimo el 75% de su máximo caudal, entonces el caudal apropiado es 45 GPM. Seguidamente, se evaluó la longitud y el ancho, siendo estas de 1.00 x 0.40 m respectivamente, el diámetro de la tubería en el diseño del equipo es de 2" y en el interior cuenta con un tubo protector de cuarzo, en la cual se instalará el fluorescente UV.

3.5. Diseño del tablero de control y mando.

Hallando máxima demanda

El primer paso en el diseño del tablero y mando, para el sistema de recirculación acuícola, se debe tener en cuenta el equipamiento eléctrico del sistema, para realizar el cuadro de la máxima demanda de potencia (ver tabla 1.4) y así evaluar los accesorios de protección eléctrica que se necesita.

Tabla 1.4. Cuadro de carga instalada y la máxima demanda de potencia.

CUADRO DE CARGA INSTALADA Y LA MAXIMA DEMANDA DE POTENCIA.						
ITEM	Descripción	Cantidad	Potencia Unitaria (KW)	Potencia instalada (KW) Total	Factor de utilización	Máxima demanda (KW)
1	Electrobomba	1	1.87	1.87	1	1.87
2	Electrobomba	1	1.87	1.87	1	1.87
3	Blowers	1	0.37	0.37	1	0.37
4	Reflector	4	0.4	1.6	0.5	0.8
5	Reserva	1	1.5	1.5	1	1.5
		TOTAL	6.01	7.21		6.41

El Código Nacional de Electricidad – utilización, en la sección 030 - 02 (ver figura 1.14) establece los diámetros mínimos del conductor eléctrico para la instalación y estas son:

- 2.5 mm² para circuitos derivados de fuerza y alumbrado y;
- 1.5 mm² para los circuitos de control de alumbrado.

De la ecuación 1.10 hallaremos el amperaje.

Datos:

$$P = 6410 \text{ w}$$

$$V = 220 \text{ v}$$

$$I = ?$$

Reemplazando datos en la ecuación:

$$I = 6410 / 220$$

$$I = 29.14 \text{ A.}$$

Sistema de fuerza.

El tablero consta de un interruptor diferencial de 30 mA /32 A, respetando el Código Nacional de Electricidad – utilización, en la sección 020 – 132 (ver figura 1.15) y un interruptor termo magnético general de 32 A y cuatro circuitos para el encendido de los equipos instalados en el sistema.

- En el primer y segundo circuito, se instaló una electrobomba por circuito, con la voluta de plástico, en éste caso una electrobomba monofásica marca PENTAIR de 2 ½" HP, para la evacuación del agua del tanque de cultivo y sus características de diseño son las siguientes (ver figura 1.16):

$$P = 2 \frac{1}{2} \text{ HP.}$$

$$V = 220 \text{ v.}$$

Según datos de la placa de características de la electrobomba seleccionada por sus características en la acuicultura, la intensidad de operación es de $I = 11.5 \text{ A}$; para ello se instalará una llave termo magnética de 20 A. para aliviar el pico al momento del encendido (en motores monofásicos se eleva tres veces su amperaje).

Se debe tener en cuenta a la hora de elegir un conductor, en éste caso en particular el área en que se va a instalar es húmedo, por lo tanto se tiene que utilizar un aislamiento apropiado para este fin; según la tabla de la empresa Ceper Pirelli el conductor con el aislamiento apropiado para ambientes húmedos es el modelo THW-90 (ver fig. 1.17) y el calibre será el mínimo permisible por el Código Nacional de Electricidad es 2.5 mm^2 (14 AWG), ya que según la tabla de calibres de la empresa Ceper Pirelli el I_{\max} (A) soportada (ver tabla 1.8) para el conductor es de 35 A (encontrándose por encima del requerimiento de operación que es de 11,5 A).

- En el tercer circuito, se instaló un soplador regenerativo (blower) de 1/3" HP, monofásico marca Sweetwater PENTAIR y sus características de diseño son las siguientes (ver figura 1.18):

$$P = 1/3 \text{ HP}$$

$$V = 220 \text{ v}$$

Según datos de la placa de características del Blowers seleccionado por sus características en la acuicultura, la intensidad de operación es de $I = 1.9 \text{ A}$; para ello se instalará una llave termo magnética de 15 A. para aliviar el pico al momento del encendido (en motores monofásicos se eleva tres veces su amperaje).

Se debe tener en cuenta a la hora de elegir un conductor, en éste caso en particular el área en que se va a instalar es húmedo, por lo tanto se tiene que utilizar un aislamiento apropiado para este fin; según la tabla de la empresa Ceper Pirelli el conductor con el aislamiento apropiado para ambientes húmedos es el modelo THW-90 (ver fig. 1.17) y el calibre será el mínimo permisible por el Código Nacional de Electricidad es 2.5 mm^2 (14 AWG), ya que según la tabla de calibres de la empresa Ceper Pirelli el I_{max} (A) soportada (ver tabla 1.8) para el conductor es de 35 A (encontrándose por encima del requerimiento de operación que es de 1.9 A).

- En el cuarto circuito, se instaló cuatro reflectores para la iluminación con capacidad de 400 watts cada uno y sus características de diseño son las siguientes:

$$P = 400 \text{ watts (04 unidades)}$$

$$V = 220 \text{ v}$$

$$I = 7.27 \text{ A.}$$

Se instalará una llave electromagnética de 15 A. teniendo en cuenta que estas lámparas irradian calor y por ende se eleva el amperaje.

Se debe tener en cuenta a la hora de elegir un conductor, en éste caso en particular el área en que se va a instalar es húmedo, por lo tanto se tiene que utilizar un aislamiento apropiado para este fin; según la tabla de la empresa Ceper Pirelli el conductor con el aislamiento apropiado para ambientes húmedos es el modelo THW-90 (ver fig. 1.17) y el calibre será el mínimo permisible por el Código Nacional de Electricidad es 2.5 mm^2 (14 AWG), ya que según la tabla de calibres de la empresa Ceper Pirelli el I_{max} (A) soportada (ver tabla 1.8) para el conductor es de 35 A (encontrándose por encima del requerimiento de operación que es de 7.27 A).

Sistema de mando.

Para el sistema de mando se instaló: Contactores y relés térmicos de protección, además de botoneras para el encendido.

En el primer y segundo circuito el sistema de protección para la electrobomba de 2.5 HP, se utilizó el mini contactor telemecanique serie K-12 de la marca Schneider

(ver fig. 1.19) y un relé térmico telemecanique serie K (LR2–k0316) de la marca Schneider (ver fig. 1.20) cuyo rango de operación es de 8 – 11.5 A.

En el tercer circuito el sistema de protección para el Blowers de 1/3 HP, se utilizó el mini contactor telemecanique serie K-06 de la marca Schneider (ver fig. 1.19) y un relé térmico telemecanique serie K (LR2–k0308) de la marca Schneider (ver fig. 1.20) cuyo rango de operación es de 1.8 – 2.6 A.

3.6. Selección de sistema de control de nivel del tanque de acumulación para la limpieza del agua de mar.

Para realizar la selección del control del nivel se debe de tener en cuenta el tiempo en que la electrobomba N° 1 abastece el tanque de acumulación desde el tanque de cultivo. Y calcular el tiempo que utiliza la electrobomba 2 en la evacuación del agua del tanque de acumulación al tanque de cultivo.

La electrobomba N° 1 traslada el agua de mar del tanque de cultivo realizándose dos tratamiento de agua (filtraciones) con un caudal de ingreso de 53 GPM, antes de almacenarse en el tanque de acumulación con un caudal de 42 GPM.

La Electroboomba N° 2 traslada el agua de mar del tanque de acumulación realizándose un tratamiento de agua (filtración) antes de ingresar al tanque de cultivo. Con un caudal de 35 GPM.

Ante ello surge la necesidad de un sistema de control de nivel en el tanque de acumulación, que permita encender y apagar el sistema automáticamente ante un descenso del caudal de cualquiera de las dos electrobombas.

Se optó por un sistema boya sensor de nivel marca Humboldt (sensor de nivel de punto), por las siguientes características:

Se necesita un nivel máximo de 1 m y un nivel mínimo 0.25 m.

Turbulencia en el tanque de acumulación.

Presencia de residuos menores de 10 μm .

Facilidad en el montaje y desmontaje para el mantenimiento



Figura 1.13: Sistema de nivel de punto.

Fuente: Catálogo empresa Humboldt.

IV. Discusión.

4.1. El proceso de recirculación acuícola propuesto es similar al usado en la tesis de Arescurenaga Ochoa, Álvaro, “Diseño de los componentes hidráulicos de un sistema de recirculación y el diseño estructural de los tanque de cultivo” (2016), con la diferencia que el presente trabajo se hizo con un sistema de filtración rápida, por tal razón la evacuación de los sólidos suspendidos en el agua en un menor tiempo, esto asegura un proceso adecuado y representa una mejora con respecto al proceso actual.

4.2. El tanque diseñado fue de 3.8 m de diámetro, 0.9 m de altura y un espesor de 5 mm, pues el volumen de agua que se necesita para la crianza de 1.2 Kg/m³, es el adecuado. El diseño se hizo tomando como base la presión hidrostática, la presión en la pared sobre la parte inferior es de 0.009 MPa, encontrándose el espesor de pared. El material usado es fibra de vidrio, al no ser de metal, no presenta presencia de óxido y es de fácil transporte. En la teoría desarrollada por García de la Figal Costales, “Cálculo de tanque de plástico reforzado de fibra de vidrio (PRFV) de 200000 litros de capacidad” (2001), realizó el modelamiento para hallar el espesor adecuado que soporte la presión, para un volumen de 200000 litros y una presión en el fondo del tanque de 0.042 MPa, un diámetro de 8 m, una altura de 4.2 m y un espesor de 24.25 mm, con material de fibra de vidrio. Esto sustenta el dimensionamiento del tanque.

4.3. La electrobomba seleccionada de 2.5 HP cuyo caudal es de 53 GPM presenta las condiciones adecuadas para la filtración y retrolavado de los filtros. Para la selección se realizó los cálculos de la pérdida de carga en el sistema. El material en el diseño de la bomba es el adecuado para la actividad acuícola (voluta e impulsor de PVC). En la tesis de Salcedo Santillán, Gino, “Proyecto de ampliación de la línea de impulsión, sistema de bombeo y tanque elevado de agua potable del centro poblado rural Picapiedra” (2005), sustenta el uso de una electrobomba marca Hidrostal de 5.7 HP, según el catálogo del fabricante el material de la bomba es de fierro y el impulsor es de bronce. En la actualidad existen electrobombas con la voluta e impulsor de PVC, evitando la presencia de oxidación en el agua.

4.4. En el rediseño y selección del sistema de filtración se tomó en cuenta el ambiente reducido (3 x 5 m) que tiene a disposición el área de peces y el caudal de

ingreso al sistema que es de 53 GPM; el rediseño del filtro ciclónico es el ideal, porque no sólo realiza la labor de filtración a 300 μm , sino ésta se puede retrolavar; la filtración secundaria y biológica se obtuvo buenos resultados en los rangos permisibles de calidad del agua 0.4 – 0.6 mg/l de SST. En la tesis de Álvaro Arescurenaga Ochoa, “Diseño de los componentes hidráulicos de un sistema de recirculación y el diseño estructural de los tanque de cultivo” (2016), considera la filtración lenta o por decantación, para ello requiere de tanques con grandes dimensiones, por lo que, este sistema no es aplicable para ambientes reducidos como es el caso del presente proyecto.

4.5. Para la selección de los accesorios del sistema de mando primero se realizaron los cálculos eléctricos, respetando el Código Nacional de Electricidad y las Normas Técnicas Peruanas, asimismo, se instaló un interruptor diferencial en el sistema de mando para salvaguardar la vida del operador. En la tesis de Quijada Márquez, Jason José “Diseño y especificación de un centro de control de motores para sistema de extractores” (2006), en la selección del sistema de mando es similar, se observa todos los componentes de protección, además del interruptor diferencial, este dispositivo es importante. En el presente trabajo, el área de peces presenta una alta humedad en el ambiente y se debe tener presente la integridad física del operador.

4.6. En el sistema de control de nivel se tomó como referencia, los datos del caudal de ingreso y salida del tanque de acumulación de 42 y 35 GPM respectivamente, siendo el control de mínimo y máximo cuya altura es de 0.25 y 1 m. La selección del sistema de control es similar a la tesis de López Villafuerte Freddy, “Diseño y construcción de un sensor de nivel utilizando fibras ópticas” (2002), en la cual detalla la importancia de su uso en ambientes con alta interferencia electromagnética. En el presente trabajo se tomó en cuenta para la selección: la detección de los rangos mínimo y máximo con exactitud, el tema de costos y la facilidad en la instalación y mantenimiento del sensor; por lo que el sistema de la tesis no se adapta totalmente a los requerimientos del proyecto.

V. Conclusión.

5.1. Se determinó el proceso del sistema de recirculación acuícola para un caudal de $5 \text{ m}^3/\text{h}$, donde se ha reducido el espacio en un 40 % (el área requerida es de $5 \times 3 \text{ m}$), además se implementó un sistema de filtración rápida utilizando a la salida del tanque de cultivo una bomba centrífuga impulsando el agua a presión a los filtros primario y secundario, modificándose el sistema de filtración por decantación.

5.2. Se diseñó el tanque para 10 m^3 , con un espesor de 5 mm y un diámetro de 3.8 m y una altura de 0.9 m logrando el volumen deseado, soportó la presión del sistema de recirculación cuyo parámetro es de 0,009 MPa.

5.3. Para la evacuación del agua de mar del tanque de cultivo y el tanque de almacenamiento, se seleccionó 02 electrobombas con las siguientes características:

100% de evacuación del agua de mar con un caudal de 53 GPM, las cuales permitirán trasladar el agua hasta un filtro primario y secundario cuyos caudales de salida son de 48 y 42 GPM respectivamente, asimismo la potencia del mismo nos permite realizar los retrolavados siendo los tiempos de 2 y 3 minutos respectivamente.

5.4. El rediseño en la filtración primaria en la segunda cámara, resultó satisfactoria debido a que se cumplió con el objetivo de la filtración a 300μ y soportar el flujo del retrolavado de 48 GPM. Asimismo, la selección del filtro secundario logró los estándares de la filtración a 10μ a un caudal de 42 GPM. Y en la filtración biológica con la presencia de las bacterias nitrificantes en un 80% adherido a los sustratos, se obtuvieron muestras para el análisis con el kit de pruebas, encontrándose entre 0.4 y 0.6 mg/l de concentración al cabo de dos días, encontrándose en los rangos permisibles para la crianza de peces.

5.5. La selección de la caja de control y mando a prueba de humedad, de material de PVC instalada, se adapta en un 100% al sistema de recirculación acuícola, debido a la alta presencia de humedad relativa y que se encuentra en un 80% (parámetro obtenido del sensor de humedad del deshumedecedor marca Bonaire, instalado en el área de peces). La selección de los sistemas de protección, se realizó con los datos de los cálculos obtenidos de la potencia y amperaje de las electrobombas cuya potencia es de 2.5 HP, con un amperaje de 11.5 A; un blower de $1/3$ " HP, con un amperaje de 1.9 A; la protección cumplió con el objetivo de

desactivar de la energía eléctrica ante fallas, en los simulacros de fallas (a los 30 mA para protección ante una descarga eléctrica a las personas y los interruptores termo magnéticos a los motores).

5.6. Se concluyó que el sistema de boya sensor de nivel se adapta al requerimiento del sistema de recirculación acuícola en especial en el abastecimiento del tanque de acumulación donde se realiza la filtración biológica. Se observó que cada 30 minutos el tanque de acumulación se llena, desactivándose la primera electrobomba a un caudal de $0.168 \text{ m}^3/\text{min}$ a pesar que la segunda electrobomba está evacuando a un caudal de $0.14 \text{ m}^3/\text{min}$, y al cabo de 6 minutos la segunda electrobomba evacúa los 0.85 m^3 que se encontraba en el tanque de acumulación y se activa la primera electrobomba, reiniciándose el abastecimiento al tanque de acumulación.

VI. Recomendaciones.

3.1. Se recomienda utilizar el sistema de recirculación acuícola de $5 \text{ m}^3/\text{h}$ debido a la evacuación rápida de los sólidos, evitando la exposición en el agua, pero se debe instalar dos electrobombas en la primera fase y dos electrobombas en la segunda fase (para alternarlas, además de facilitar el mantenimiento preventivo y correctivo sin la necesidad de desactivar el sistema de recirculación acuícola).

3.2. Para ambientes que presentan cambios de temperatura considerables, se recomienda implementar al sistema de recirculación acuícola la instalación de un equipo de frío (chiller o equipo de aire acondicionado) para evitar el incremento o descensos bruscos de temperatura en los tanques de cultivo.

3.3. Para los cultivos intensivos de peces en superficies accidentadas, se recomienda utilizar soportes o paredes laterales y la instalación de geo membrana, como alternativa de tanque de cultivo.

MANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RECIRCULACION ACUICOLA

Verificar que todos los accesorios se encuentren bien conectados.

Revisar que la voluta de la electrobomba se encuentre con fluido.

Antes del encendido de la primera electrobomba verificar las conexiones eléctricas.

Encender la primera electrobomba y la segunda electrobomba.

Verificar el caudal a las salidas de los sistemas de filtración.

EVALUACIÓN ECONOMICA

Costo unitario de los equipos del SAR

Filtro de arena.....10800.00

Equipo UV..... 17523.00

Electrobomba 2.5 HP..... 7139.00

Porta filtro Big Blue (accesorio)..... 733.00

Tanque de fibra de vidrio 10 m³..... 12000.00

Tanque de fibra de vidrio de 1 m³.....2500.00

Blower 0.5 HP.....3250.00

El sistema de recirculación acuícola de 5m³/h, tiene un costo de 120000 nuevos soles, teniendo en cuenta la mortalidad de los peces es de 23%. Asimismo el sistema se adecuará a la crianza de peces alevinos y juveniles con una tasa de producción de 2.2 kg//m³ de peces, al reducir la mortalidad se reduce el gasto de la etapa primaria de la producción de los peces. Se estima el retorno de inversión en 2.5 años

VII. REFERENCIAS.

Arboleda, Jorge. 2000. *Teoría y práctica de la purificación del agua*. Santa Fé de Bogota : Editorial Nomos S.A., 2000. 958-41-0014-9.

Cengel, Yunus y Cimbala, Jhon. 2006. *Mecánica de fluidos*. México D.F. : Mc Graw Hill Interamericana Editores S.A., 2006. 970-10-5612-4.

Degremont. 1979. *Manual técnico del agua*. Bilbao : Grafo S.A., 1979. 84-300-1651-1.

Diseño de los componentes hidráulicos de un sistema de recirculación y el diseño estructural de los tanques de cultivo. Arescurenaga Ochoa, Alvaro Francisco. 2016. Lima - Perú : s.n., 2016.

García de la Figales Costales, José. 2001. *Cálculo de tanque de plástico reforzado de fibra de vidrio (PRFV) de 20000 litros de capacidad*. 2001.

GUDINAS, Richard y NISBETT, J. Keith. 2008. *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, octava edición*. México D.F. : Mc Graw Hill Interamericana, 2008. ISBN-10: 970-10-6404-6.

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNANDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. 2006. *Metodología de la investigación*. Mexico D.F. : Mc Graw Hill Interamericana Editores S.A., 2006. 970-10-5753-8.

Mataix, Claudio. 1982. *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas*. Madrid : Ediciones Del Castillo S.A., 1982. 84-219-0175-3.

MORATO, Jordy y PEÑUELA, Gustavo. 2006. *Manual de tecnologías sostenibles en tratamiento de aguas*. Catalunya : s.n., 2006. 978-958-44-5307-5.

MOTT, Robert. 1996. *Mecánica de Fluidos Aplicada*. Naucalpan de Juarez : Prentice Hall Hispanoamérica S.A., 1996. 968-880-542-4.

Rubio, Ing. Hugo Armando Rojas.

http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/tuberias_manual, pdf.

http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/tuberias_manual, pdf.

[En línea] [Citado el: 01 de Julio de 2017.]

Salcedo Santillan, Gino. 2005. *Proyecto de ampliación de la línea de impulsión, sistema de bombeo y tanque elevado para agua potable en el centro poblado rural (CPR) Picapiedra distrito de Pachacamac*. Lima - Perú : s.n., 2005.

SANCHEZ, Luis, SANCHEZ, Arlex y GALVIS, Gerardo. 2006. *Filtración en múltiples etapas*. Valle del Cauca : I.R.C. (Centro Internacional del Agua y Saneamiento), 2006. 978-90-6687-061-1.

SHAMES, Irving. 1995. *Mecánica de Fluidos*. Santa Fé de Bogotá : Mc Graw Hill Interamericana S.A., 1995. 958-600-246-2.



SHANLEY, F.R. 1971. *Mecánica de materiales*. México D.F. : Mc Graw Hill, 1971.

Timmons, Michael, Ebeling, James y Weathon, Fred. 2002. *Sistema de recirculación para la acuicultura*. Santiago de Chile : Quebecor world Chile, 2002. 956-8200-00-2.

ZAVALETA, Jorge. 1984. *Diseño mecánico*. Lima : Talleres gráficos santa ursula., 1984.

ANEXOS

Tabla 1.1: Velocidad máxima del fluido que recorre una tubería de PVC.

DIAMETRO	VELOCIDAD MAXIMA (m/s)
½" (15 mm)	1.90
¾" (20 mm)	2.20
1" (25 mm)	2.48
1 ¼" (32 mm)	2.85
1 ½" (40 mm)	3.00

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones – Instalaciones sanitarias – Norma IS 010 (Agua fría - Red de distribución)

Tabla 1.2. Valores típicos de coeficientes de rugosidad

Material	Coefficiente de Manning n	Coefficiente Hazen – Williams C _H	Coef. Rugosidad Absoluta e (mm)
Asbesto cemento	0,011	140	0,0015
Latón	0,011	135	0,0015
Tabique	0,015	100	0,6
Fierro fundido (nuevo)	0,012	130	0,26
Concreto (cimbra metálica)	0,011	140	0,18
Concreto (cimbra madera)	0,015	120	0,6
Concreto simple	0,013	135	0,36
Cobre	0,011	135	0,0015
Acero corrugado	0,022	----	45
Acero galvanizado	0,016	120	0,15
Acero (esmaltado)	0,010	148	0,0048
Acero (nuevo, sin recubrimiento)	0,011	145	0,045
Acero (remachado)	0,019	110	0,9
Plomo	0,011	135	0,0015
Plástico (PVC)	0,009	150	0,0015
Madera (duelas)	0,012	120	0,18
Vidrio (laboratorio)	0,011	140	0,0015

Fuente: Computer Applications in Hydraulic Engineering, 5ta Edition, Haestad Methods.

Tabla 1.3: Coeficiente de pérdidas K nominales (flujo turbulento).

Tipo de aditamento	Rosado		
	1"	2"	4"
Válvula de globo (totalmente abierta).	8,2	6,9	5,7
(Abierta a la mitad).	20	17	14
(Abierta un cuarto).	57	48	40

Válvula de ángulo (abierta).	4,7	2,0	1,0
Válvula de retención (abierta) de disco oscilante.	2,9	2,1	2,0
Válvula de compuerta (abierta).	0,24	0,16	0,11
Curva de retorno.	1,5	0,95	0,64
Té (ramificación).	1,8	1,4	1,1
Té (línea).	0,9	0,9	0,9
Codo estándar.	1,5	0,95	0,64
Codo de extensión larga.	0,72	0,41	0,23
Codo de 45°.	0,32	0,30	0,29

Fuente: Mecánica de fluidos, Merle POTTER y David WIGGERT.

Tabla 1.5. Criterios de Calidad de Agua para la Acuicultura.

Parámetro	Concentración (mg/L)
Alcalinidad (como CaCO ₃)	50 – 300
Aluminio (Al)	< 0,01
Amoníaco (NH ₃ -N no ionizado)	< 0,0125 (Salmónidos)
Nitrógeno Amoniacal Total (NAT) Peces de agua fría.	< 1,0
Nitrógeno Amoniacal Total (NAT) Peces de agua cálida	< 3,0
Arsénico (As).	< 0.05
Bario (Ba).	< 5
Cadmio (Cd).	
Alcalinidad < 100 mg/L	< 0.0005
Alcalinidad > 100 mg/L	< 0.005
Calcio (Ca).	4 – 160
Dióxido de carbono (CO ₂).	
Especies tolerantes (tilapia)	< 60
Especies sensibles (salmónidos)	< 20
Cloro (Cl).	< 0,003
Cobre (Cu).	
Alcalinidad < 100 mg/L	< 0,006
Alcalinidad > 100 mg/L	< 0,03
Dureza Total (como CaCO ₃)	>100
Cianuro de hidrógeno (HCN)	< 0,005
Ácido Sulfhídrico (H ₂ S)	< 0,002
Hierro (Fe).	< 0,15
Plomo (Pb).	< 0,02
Magnesio (Mg).	< 15
Manganeso (Mn).	< 0,01
Mercurio (Hg).	< 0,02
Nitrógeno (N ₂)	< 110% presión de gas total. < 103% como gas nitrógeno.
Nitrito (NO ₂)	< 1, 0,1 en agua blanda.
Nitrato (NO ₃)	0 – 400 o más.
Níquel (Ni)	< 0,1.
Oxígeno disuelto (OD).	> 5. > 90mm Hg (presión parcial).
Ozono (O ₃).	< 0.005.
PCB's.	< 0.002
PH.	6,5 – 8,5
Fósforo (P).	0,01 – 3,0
Potasio (K).	< 5.

Salinidad dulce.	Depende de la sal o especies de agua
Selenio (Se).	< 0.01.
Plata (Ag).	< 0.003
Sodio (Na).	< 75
Sulfato (SO ₄).	< 50
Azufre (S)	< 1
Sólidos disueltos totales (SDT)	< 400 (lugar específico y especies específicas; usar como pauta aproximada)
Sólidos suspendidos totales (SST).	< 80
Uranio (U).	< 0,1
Vanadio (V).	< 0,1
Zinc (Z)	< 0,005

Fuente: Meade, 1991; Piper et al., 1982; Lawson, 1995.

Tabla 1.6. Marco legal y normativo.

Constitución política del Perú	31/10/1993	Base del ordenamiento jurídico nacional.
Ley de reforma sobre descentralización	Ley N° 27680	Las municipalidades promueven, apoyan y reglamentan la participación vecinal en el desarrollo local.
Ley general de salud	Ley N° 26842.	El abastecimiento de agua, alcantarillado, disposición de excretas, reúso de aguas servidas y disposición de residuos sólidos quedan sujetos a las disposiciones que dicta la Autoridad de Salud competente, la que vigilará su cumplimiento.
Ley general del ambiente	Ley N° 28611	El estado promueve el tratamiento de aguas residuales con fines de reutilización considerando como premisa la obtención de la calidad necesaria de reúso, sin afectar la salud humana el ambiente o actividades en las que se reutilizan.
Aprueban los ECA para agua	Decreto supremo N° 002-2008-MINAM	Aprueban estándares de calidad ambiental para agua, publicada en el diario El Peruano el 31 de junio del 2008.
Aprueban disposiciones para la implementación de los ECAs para agua	Decreto supremo N° 023-2009-MINAM	Aprueban las disposiciones para la implementación de los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para agua. A partir del 01 de abril del 2010.
Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR domésticas o municipales	Decreto Supremo N° 003-2010 MINAM.	Cumplimiento de los límites máximos permisibles de PTAR.

Ley Marco para la inversión privada.	D.L. N° 757	Garantiza la libre iniciativa y las inversiones privadas en todos los sectores de la actividad económica y en cualquiera de las formas empresariales o contractuales permitidas por la Constitución y las leyes.
Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales	Ley N° 27902	Regula la participación de los Alcaldes Provinciales y la Sociedad civil en los Gobiernos Regionales y fortalecer el proceso de descentralización y regionalización.
Ley de Creación, Organización y Funciones del MINAM.	D.L. N° 1013	Crea el Ministerio del Ambiente y establece su ámbito sectorial y regula la estructura orgánica, competencias y funciones del mismo.
Ley Orgánica de Municipalidades	Ley N° 27972	Establece normas sobre la creación, origen, naturaleza, autonomía, organización, finalidad, tipos, competencias, clasificación y régimen económico de las municipalidades.
Ley del Procedimiento Administrativo General.	Ley N° 27444	Regula las actuaciones de la función administrativa del Estado y el procedimiento administrativo común desarrollados en las entidades.
Ley de Recursos Hídricos	Ley N° 29338 (2009)	Regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociadas a esta.
Resolución Jefatural N° 0291-2009-ANA	R.J. N° 0291-2009-ANA	Disposiciones referidas al otorgamiento de autorizaciones de vertimientos y de reusos de aguas residuales tratadas.
Resolución Jefatural N° 0351-2009-ANA	R.J. N° 0351-2009-ANA	Modifican R.J. N° 0351-2009-ANA referente al otorgamiento de vertimientos y reusos de aguas residuales tratadas.
Aprobación del TUPA del MINSA y sus Órganos Desconcentrados	Decreto Supremo N° 013-2009-SA	Unifica y estandariza los procedimientos administrativos que se siguen ante las distintas instancias del MINSA, sus órganos desconcentrados y organismos públicos descentralizados.
Ley del Sistema Nacional de evaluación del impacto ambiental	Ley N° 27446	Creación del Sistema Nacional devaluación del Impacto Ambiental (SEIA) y estableciendo de un proceso uniforme que comprenda los requerimientos, etapas y alcances de las evaluaciones del impacto ambiental de proyectos de inversión.
Ley General de Servicios Saneamiento y su Texto único ordenado de Reglamento.	Ley N° 26338	Regula la prestación de los servicios de saneamiento en los ámbitos rural y urbano.
Código Penal	D. Leg. N° 635 (03-04-91)	Concreta los postulados de moderna política criminal, sentando la premisa que el Derecho Penal es la garantía para la viabilidad posible en un ordenamiento social y democrático de derecho.

Norma ambiental	procesal	penal	Ley N° 26631	Para efecto de formalizar denuncia de la legislación ambiental.
------------------------	-----------------	--------------	---------------------	--

Fuente; FONAM, 2010

030-002 Sección Mínima de Conductores

Todos los conductores deben ser de cobre y no pueden tener una sección menor que 2,5 mm² para los circuitos derivados de fuerza y alumbrado y 1,5 mm² para los circuitos de control de alumbrado; con excepción de cordones flexibles, alambres para equipos; y alambres o cables para circuitos de control.

Figura 1.14. Sección mínima de conductores, según el Código Nacional de Electricidad.

Fuente: Código Nacional de Electricidad - Utilización.

020-132 Protección con Interruptores Diferenciales (ID) o Interruptores de Falla a Tierra (GFCI)

Toda instalación en la que se prevea o exista conectado equipo de utilización, debe contar con interruptor diferencial de no más de 30 mA de umbral de operación de corriente residual, de conformidad con la Regla 150-400; pero éste no debe ser usado como sustituto del sistema de puesta a tierra. Se exceptúa de este requerimiento a las instalaciones comprendidas en la Regla 60-408 (4).

Figura 1.15. Protección con interruptores diferenciales.

Fuente: Código Nacional de Electricidad - Utilización.

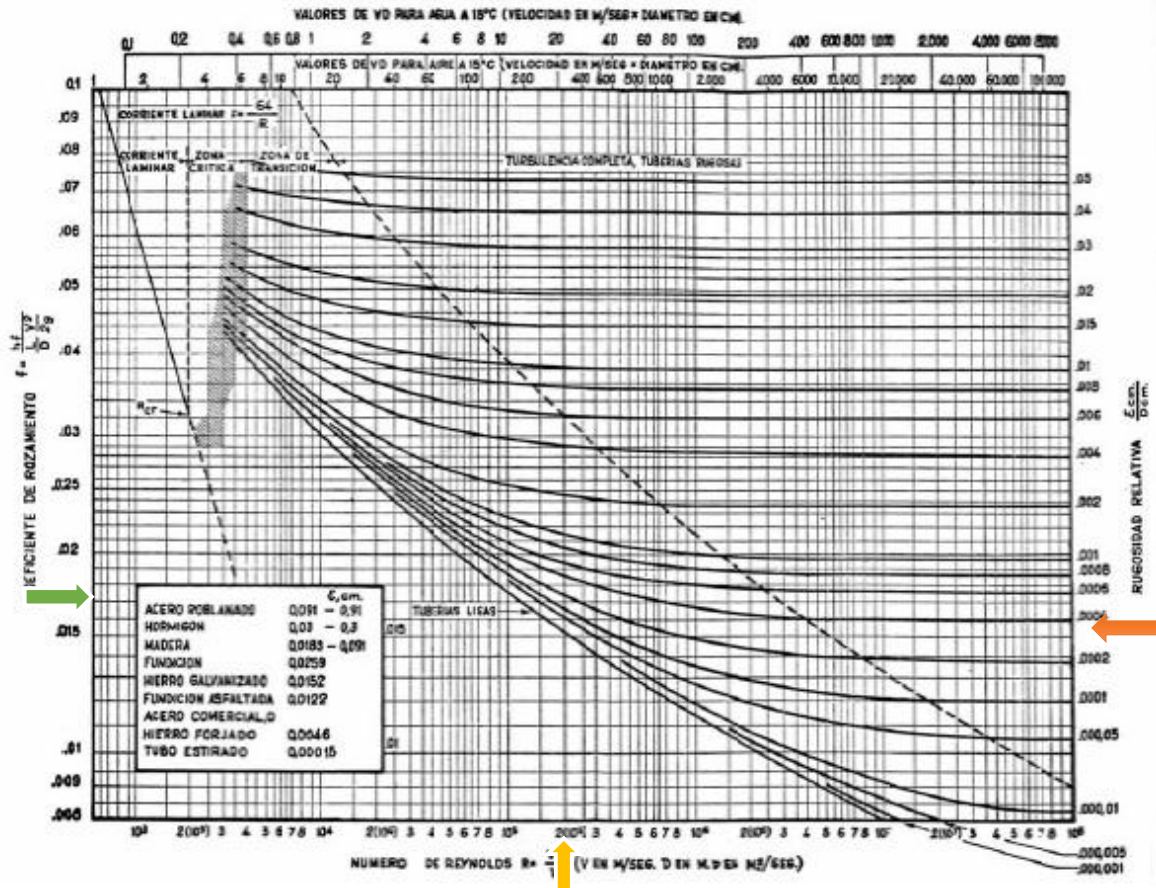


Figura 1.12: Diagrama de Moody

Fuente: Víctor L. STREETER, mecánica de fluidos

SUPERFLO
BOMBA DE ALTO RENDIMIENTO

PENTAIR

Bomba SuperFlo

Puntos destacados

- La bomba SuperFlo de Pentair Aquatic Systems es un reemplazo directo de la bomba Hayward Super Pump *
- Funcionamiento extremadamente silencioso
- Se incluyen uniones (adaptador de presión interno de 1,5 pulg. y adaptador de presión externo de 2 pulg.)
- Tapa Cam and Ramp™
- Motor resistente, alto factor de servicio y bridas cuadradas 56
- La voluta y recipiente integrados reducen el ruido hidráulico

Las bombas SuperFlo están diseñadas específicamente para ser la mejor elección para una gran variedad de piscinas enterradas. La bomba SuperFlo cuenta con partes gruesas en el cuerpo de la bomba, un motor resistente con bridas cuadradas 56 y un sistema hidráulico con ingeniería de alta calidad. La capacidad de funcionamiento silencioso de las bombas SuperFlo y el pequeño espacio que ocupan, les permite incorporarlas fácilmente a una plataforma para equipos compacta.

Información para pedidos

Producto	Modelo	Voltaje	Amperaje de carga máxima	HP	SF	SFHP	Aprobaciones y certificaciones primarias*	Tamaño del puerto (NPT)	Peso de la caja (kg)	Referencia/sabla de curvas
EFICIENCIA ESTÁNDAR UNA VELOCIDAD										
340034	SF-N1-1/2F	115/230	10,9/5,4	1/2	1,95	0,95	UL*, NSF*	1,5 pulg. x 1,5 pulg.	17	E
340037	SF-N1-3/4A	115/230	10,9/5,4	3/4	1,25	0,93	UL*, NSF*	1,5 pulg. x 1,5 pulg.	17	V
340038	SF-N1-1A	115/230	14,2/7,1	1	1,25	1,25	UL*, NSF*	1,5 pulg. x 1,5 pulg.	17	G
340039	SF-N1-1-1/2A	115/230	14,0/9,0	1,5	1,10	1,45	UL*, NSF*	1,5 pulg. x 1,5 pulg.	18	H
340040	SF-N1-2A	115/230	22,4/11,2	2	1,10	2,2	UL*, NSF*	1,5 pulg. x 1,5 pulg.	22	I
340041	SF-N1-2-1/2A	230	11,5	2-1/2	1,04	2,6	UL*, NSF*	1,5 pulg. x 1,5 pulg.	25	J
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTE, MONOFÁSICA - CORRIENTE DE 50 HZ										
340098	SF-N1-1/2	240/120	7,5/15,0	1/2	1,1	0,55	UL*	1,5 pulg. x 1,5 pulg.	17	A
340094	SF-N1-3/4	240/120	7,5/15,0	3/4	1,1	0,62	UL*	1,5 pulg. x 1,5 pulg.	18	B
340095	SF-N1-1	240/120	4,9/13,8	1	1,1	1,1	UL 1	1,5 pulg. x 1,5 pulg.	17	C
340094	SF-N1-1-1/2	240	7,2	1-1/2	1,1	1,45	UL 1	1,5 pulg. x 1,5 pulg.	18	D
340097	SF-N1-2	240	9,4	2	1,1	2,2	UL 1	1,5 pulg. x 1,5 pulg.	22	E
ACCESORIOS										
350157	Kit de uniones - (adaptador de presión interno de 1,5 pulg. y adaptador de presión externo de 2 pulg.) Incluye 2 uniones como se ve en la imagen anterior									

Figura 1.16. Características de diseño de la electrobomba PENTAIR.

Fuente: Catálogo empresa PENTAIR.

CEPER CABLES

THW-90 CABLEADO

Cables para instalaciones fijas de propósito general en residencias, edificios comerciales e industriales, en ambiente seco o húmedo, instalado en tubería, en ductos u otros alojamientos portacables.

Descripción cable:
1. Conductor de cobre
2. Aislamiento

Cables de Uso General

1. DESCRIPCIÓN:
1. Conductor de cobre suave soldo o cableado.
2. Aislamiento PVC tipo G.

2. TEMPERATURA DE OPERACIÓN:
90° C.

3. TENSIÓN DE DISEÑO:
450/750V.

4. NORMA DE FABRICACIÓN:
NTP 370.252

5. APLICACIONES:
Para instalaciones fijas de propósito general en residencias, edificios comerciales e industriales, en ambiente seco ó húmedo, instalado en tubería, en ductos u otros alojamientos portacables.

6. COLORES:
Sección 2,5mm² a 10 mm²: Negro, Blanco, Rojo, Azul, Amarillo y Verde.
Sección 16 mm² a 500 mm²: Negro.
Sección 14,12 y 10 AWG: Negro, Blanco, Rojo, Azul, Amarillo y Verde.
Sección 8 AWG y mayores: Negro.

Figura 1.17. Características de diseño del conductor THW-90

Fuente: Catálogo empresa Ceper Pirelli

Tabla 1.7. Tabla de conductores según su I_{amp} de demanda.

CONDUCTORES Y CABLES (DEL PERÚ)


SECCIONES EN MM²

DATOS CONSTRUCTIVOS Y ELÉCTRICOS						
Sección Nominal mm ²	Número de Hilos Nº	Espesor de Aislación mm	Diámetro Exterior mm	Peso Aproximado Kg / Km	Capacidad de Corriente (*)	
					Aire	Ducto
CONDUCTOR SÓLIDO						
2,5	1	0,80	3,5	30	35	25
4	1	0,80	4,0	45	50	35
6	1	0,80	4,5	65	60	45
10	1	1,10	6,0	110	90	65
CONDUCTOR CABLEADO						
2,5	7	0,80	4,0	32	35	25
4	7	0,80	4,5	47	50	35
6	7	0,80	5,0	66	60	45
10	7	1,10	6,5	112	90	65
16	7	1,50	8,5	182	120	80
25	7	1,50	9,5	272	160	105
35	7	1,50	11,0	365	190	130
50	19	2,00	14,0	590	245	165
70	19	2,00	15,0	718	305	200
95	19	2,00	17,0	970	370	240
120	37	2,40	20,0	1233	430	275
150	37	2,40	21,0	1496	500	315
185	37	2,40	23,0	1844	570	355
240	61	2,40	26,0	2371	675	415
300	61	2,80	29,0	3038	780	470
400	61	2,80	32,0	3915	935	555
500	61	2,80	36,0	4865	1055	615

SECCIONES EN AWG/MCM

DATOS CONSTRUCTIVOS Y ELÉCTRICOS						
Sección AWG/MCM	Número de Hilos Nº	Espesor de Aislación mm	Diámetro Exterior mm	Peso Aproximado Kg / Km	Capacidad de Corriente	
					Ducto	Aire Libre
CONDUCTOR SÓLIDO						
14	7	0,8	3,5	28	25	35
12	7	0,8	4,0	40	30	40
10	7	0,8	4,5	60	40	55
8	7	1,1	6,0	98	55	80
6	7	1,5	8,0	165	75	105
4	7	1,5	9,0	240	95	140
2	7	1,5	10,5	360	130	190
1	19	2,0	13,0	480	150	220
1/0	19	2,0	13,8	590	170	260
2/0	19	2,0	15,0	730	195	300
3/0	19	2,0	16,5	900	225	350
4/0	19	2,0	18,0	1115	260	405
250	37	2,4	19,5	1335	290	455
300	37	2,4	21,0	1580	320	505
350	37	2,4	22,5	1800	350	570
400	37	2,4	23,5	2075	380	615
500	37	2,4	26,0	2550	430	700
600	37	2,8	28,5	3080	475	780
750	61	2,8	31,5	3800	535	885

Los datos de la tabla están sujetos a las tolerancias normales de manufactura.
 (*) No más de tres conductores por ducto. Temperatura ambiente 30°C.



CONDUCTORES Y CABLES DEL PERÚ AV. LOS FRONTERALES Nº 234 ATE - LIMA - PERÚ
 T. (+51) 0 713 8000 E. (+51) 0 713 8001 COMERCIAL@CEPER.COM.PE WWW.CEPER.COM.PE



Fuente: Catálogo empresa Ceper Pirelli

Sweetwater® Regenerative Blowers

PART #: S11-A to S73-C



Model	CFM @ 20"	CFM @ 30"	CFM @ 40"	CFM @ 50"	Max Duty	HP	Phase	Voltage	HZ	Includes 8' Power Cord	Rated Full Load Amps	Starting Watts	Outlet Hose Pipe Size	Price
S11-A	13	3	---	---	34"	1/8	1	115	50/60	Yes	2.0/115	900	1"	\$452.79
S11-B	13	3	---	---	34"	1/8	1	230	50/60	No	1.2/230	900	1"	\$429.69
S21-A	27	19	7	---	43"	1/3	1	115	50/60	Yes	3.8/115	1,800	1"	\$516.59
S21-B	27	19	7	---	43"	1/3	1	230	50/60	No	1.9/230	1,800	1"	\$493.49
S31-A	34	28	21	16	56"	1/2	1	115	50/60	Yes	5.6/115	2,000	1.5"	\$550.09
S31-B	34	28	21	16	56"	1/2	1	230	50/60	No	2.8/230	2,000	1.5"	\$526.99
S313-C	34	28	21	16	56"	1/2	3	230/460	50/60	No	2.0/230	4,000	1.5"	\$571.19

Figura 1.18. Características de diseño del blower sweetwater PENTAIR.

Fuente: Catálogo empresa PENTAIR.

Contadores Telemecanique TeSys

Minicontadores serie K, 6 a 20 A

 Características: 1/20
 Referencias: 1/20
 Accesorios: 1/20
 Dimensiones: 1/31
 Diagramas: 1/31

Características

Entorno		
Conformidad con las normas		IEC 947-1, 947-4-1, NF C 63-110, VDE 0660, BS 5434
Norma(s) aplicable(s)		UL, CSA
Tensión asignada de aislamiento (Ui)	Según IEC 947-4-1	Y 690
	Según UL, CSA	Y 690
Tensión asignada de resistencia a las choques (Uimp)	Según IEC 947	kV 8
Aislamiento de separación	Según VDE 0106 y IEC 506	Y Muy baja tensión de seguridad, hasta 400V
Grado de protección	Según VDE 0106	Protección contra contactos directos
Tratamiento de protección	Según IEC 68 (SIN 5001 6)	*TC* (Klimafest, CI moistureproof)
Temperatura ambiente en el entorno del aparato	Para almacenamiento	°C -50...+80
	Para funcionamiento	°C -25...+50
Altitud máxima de uso	Sin desclasificación	m 2000
Posiciones de funcionamiento	Sin desclasificación	±90° ocasionales, con respecto al plano vertical normal de montaje
Resistencia al fuego	Según UL 94	V 1, material autoextinguible
	Según NF F 16-101 y 16-102	Conforme a exigencia 2
Resistencia a las choques	Contacto abierto	10 gn
1/2 estructura, 11ms	Contacto cerrado	15 gn
Resistencia a las vibraciones	Contacto abierto	2 gn
5...300 Hz	Contacto cerrado	4 gn

Características de los polos					
Tipo de contactores		K06	K09	K12	K16
Número de polos		3	3	3	3
Corriente asignada de empleo (Ie) (Ue=440 V)	En AC-3, + a 60 °C	A 6	9	12	16
	En AC-1, + a 60 °C	A 20	20	20	20
Tensión asignada de empleo (Ue)	Hasta	V 690	690	690	690
Límites de frecuencia	De la corriente de empleo	Hz hasta 400	hasta 400	hasta 400	hasta 400
Corriente térmica convencional (Ith)	En 60 °C	A 20	20	20	20
Poder asignado de cierre (Ica 40 V)	Según IEC 947	A 110	110	144	160
Poder asignado de corte (Icu 440 V)	Según IEC 947	A 110	110	110	110
Corriente temporal admisible Si la corriente era previamente nula desde hace 15 min con Ie a 40 °C	Durante 1 s	A 90	90	115	115
	Durante 10 s	A 80	80	100	100
	Durante 1 min	A 45	45	55	55
	Durante 10 min	A 20	20	25	25
Impedancia media por polo	Alf y 50 Hz	mΩ 3	3	3	3
Potencia térmica por polo para corrientes de empleo más arriba	AC-3	W 0,11	0,24	0,43	0,77
	AC-1	W 1,2	1,2	1,2	1,2

Características del circuito de control en corriente alterna				
Tipo de contactores		L C1-K	L C2-K	L P1-K
Tensión asignada del circuito de control (Uc)	50/60 Hz	V 12...690		-
	DC	-		-
Límites de la tensión de control	De funcionamiento (a 50°C)	0,8 a 1,15 Uc		
	De recarga (a 50°C)	0,2 Uc	0,2 Uc	0,1 Uc
Consumo medio a 20 °C y a Uc	Llamada	30 VA	30 VA	3 W
	Mantenimiento	4,5 VA	4,5 VA	3 W
Diseño térmico	W	1,3	1,3	3
Tiempo de funcionamiento (1)	Cierre "NA"	ms 10...20	10...20	30...40
	Apertura "NC"	ms 10...20	10...20	10
Resistencia mecánica en millones de ciclos de maniobras		10	10	10
Caden de máxima a temperatura ambiente a 60 °C	En ciclos de maniobras por hora	3.600		

(1) El tiempo de cierre "NA" se mide desde la apertura bajo tensión del circuito de alimentación de la bobina hasta la entrada en contacto de los contactos principales. El tiempo de apertura "NC" se mide desde el momento en que el circuito de la bobina está cortado hasta la separación de los contactos.

Contadores Telemecanique TeSys

Minicontadores serie K, para control de motores, 6 a 16 A en AC-3

Características: 1/33
Referencia: 1/29
Accesorios: 1/30
Dimensiones: 1/31
Esquemas: 1/31

Referencias



LC1-K0910**

Minicontadores tripolares con bobina en corriente alterna									
- Fijación sobre perfil ancho 35 mm o por tornillos Ø 4. - Tornillos a fijados.									
Potencia normalizada de los motores trifásicos a 50/60 Hz en categoría AC-3		Corriente asignada de empleo en AC-3 hasta	Corriente asignada de empleo en AC-1 hasta	Contactos auxiliares instantáneos	Referencia básica a completar con el código de la tensión (1) (2)	Peso			
380 V 415 V	44 0500 V 500/590 V	440 V	440 V		Tensión habitual	kg			
kW	kW	A							
2,2	3	6	20	1 -	LC1-K0910**	B7	F7	M7	0,180
				- 1	LC1-K090H**	B7	F7	M7	0,180
4	4	9	20	1 -	LC1-K0910**	B7	F7	M7	0,180
				- 1	LC1-K090H**	B7	F7	M7	0,180
5,5	4 (> 440) 5,5 (440)	12	20	1 -	LC1-K1210**	B7	F7	M7	0,180
				- 1	LC1-K120H**	B7	F7	M7	0,180
7,5	4 (> 440) 5,5 (440)	16	20	1 -	LC1-K1610**	B7	F7	M7	0,180
				- 1	LC1-K160H**	B7	F7	M7	0,180



LC1-K0910**

Minicontadores tripolares con bobina en corriente continua								
- Fijación sobre perfil ancho 35 mm o por tornillos Ø 4. - Tornillos a fijados.								
kW	kW	A				kg		
2,2	3	6	20	1 -	LP1-K0910**	BD	GD	0,225
				- 1	LP1-K090H**	BD	GD	0,225
4	4	9	20	1 -	LP1-K0910**	BD	GD	0,225
				- 1	LP1-K090H**	BD	GD	0,225
5,5	4 (> 440 V) 5,5 (440 V)	12	20	1 -	LP1-K1210**	BD	GD	0,225
				- 1	LP1-K120H**	BD	GD	0,225



LC2-K0910**

Minicontadores-inversores tripolares con bobina en corriente alterna									
- Conexión reciente incorporada. Es imprescindible conectar lo a contacto de la conexión eléctrica. - Conexión del cable de potencia realizada en fábrica en los aparatos con tornillos de extrito. - Fijación sobre perfil ancho 35 mm o por tornillos Ø 4. - Tornillos afijados.									
kW	kW	A				kg			
2,2	3	6	20	1 -	LC2-K0910**	B7	F7	M7	0,300
				- 1	LC2-K090H**	B7	F7	M7	0,300
4	4	9	20	1 -	LC2-K0910**	B7	F7	M7	0,300
				- 1	LC2-K090H**	B7	F7	M7	0,300
5,5	4 (> 440) 5,5 (440)	12	20	1 -	LC2-K1210**	B7	F7	M7	0,300
				- 1	LC2-K120H**	B7	F7	M7	0,300

(1) Tensiones del circuito de control disponibles:

Minicontador LC1-K, LC2-K (0,6...1,15 U _c) (0,85...1,1 U _c)	24	48	110	220/	380/
Voltaje ~				230	400
50/60 Hz					
Código	B7	F7	F7	M7	G7

Minicontadores LP1-K (0,6...1,15 U _c)	24	48	125	2	2	0
Voltaje ~						
Código	BD	ED	GD	MD		

(2) En caso de redes muy perturbadas (sobretensiones periódicas > 800 V), utilizar los módulos antiparásitos LA4-KE1FC (50...129 V) o LA4-KE1UG (130...250 V).

Figura 1.19. Datos técnicos de los Contactores, modelo K.

Fuente: Catálogo empresa SCHNEIDER.

Componentes de protección Telemecanique TeSys

Relés de protección térmica serie K regulables de 0,11 a 16 A

Presentación: 1/70
Referencia: 1/70
Características: 1/71
Dimensiones: 1/73
Esquemas: 1/73

Relés tripolares para redes equilibradas

Estos relés están destinados a la protección de motores. Están compensados y son sensibles a una pérdida de fase. El resorte puede ser manual o automático.

Montaje directo: únicamente debajo del mini-contactor serie K de conexión mediante tornillos de extrusión.

Montaje por separado: utilizando el bornero LA7-K0064 (ver a continuación).

En la cara frontal:

- selección del modo de resorte: Manual (código H) o Automático (código A),
- pulsador rojo para la función Test de disparo,
- pulsador azul para las funciones Parada y Resorte manual,
- indicador mecánico amarillo de disparo del relé.

Protección mediante disyuntor magnético de tipo GV2-L, ver las páginas de guías de motores.

Zona de ajuste del relé	Guarda Motor Magnético para asociar al Relé elegido U _{ic} = 400	Referencia	Peso kg
Clase 40 A (la norma establece una duración de disparo a 7,2 In comprendida entre 2 y 10 segundos)			
0,11...0,16	GV2-LE03	LH2-K0801	0,145
0,16...0,23	GV2-LE03	LH2-K0802	0,145
0,23...0,30	GV2-LE03	LH2-K0803	0,145
0,36...0,54	GV2-LE04	LH2-K0804	0,145
0,54...0,8	GV2-LE05	LH2-K0805	0,145
0,8...1,2	GV2-LE05	LH2-K0806	0,145
1,2...1,8	GV2-LE06	LH2-K0807	0,145
1,8...2,6	GV2-LE07	LH2-K0808	0,145
2,6...3,7	GV2-LE08	LH2-K0809	0,145
3,7...5,5	GV2-LE010	LH2-K0812	0,145
5,5...8	GV2-LE014	LH2-K0814	0,145
8...11,5	GV2-LE014	LH2-K0816	0,145
10...14	GV2-LE016	LH2-K0821	0,145
12...16	GV2-LE020	LH2-K0822	0,145



LH2-K0301

Accesorio

Designación	Conexión	Referencia	Peso kg
Bornero para montaje separado del relé, por enganche sobre perfil anchuras 35 mm	Tornillos de extrusión	LA7-K0064	0,100



LA7-K0064

Componentes de protección TelemecaniqueTeSys

Relés de protección térmica serie K regulables de 0,11 a 16 A

 Presentación: 1/70
 Referencia: 1/70
 Características: 1/71
 Dimensiones: 1/73
 Esquemas: 1/73

Entorno							
Conformidad con las normas		IEC 947, NF C 63-650, VDE 0660, BS 4941					
Homologaciones	En curso	UL, CSA					
Tratamiento de protección	Según IEC 68 (DIN 50016)	FTC* (Máximas, Climatoprod)					
Grado de protección	Según VDE 0106	Protección contra los contactos directos					
Temperatura ambiente en el entorno del aparato	Para almacenamiento	°C	-40...+70				
	Para funcionamiento normal (IEC 947)	°C	-20...+55 (sin desclasificación)				
	Límite de funcionamiento	°C	-30...+60 (con desclasificación) (1)				
Altitud máxima de utilización	Sin desclasificación	m	2.000				
Resistencia al fuego	Según UL 94	Material autoextinguible V1					
	Según NF F 16-101 y 16-102	Conforme al requisito 2					
Resistencia a los choques en estado caliente (1/2 situación, 11 ms)	Según IEC 68, contacto "NC"	10 g					
	Según IEC 68, contacto "NA"	10 g					
Resistencia a las vibraciones en estado caliente 5 a 300 Hz	Según IEC 68, contacto "NC"	2 g					
	Según IEC 68, contacto "NA"	2 g					
Separación segura de los circuitos	Según VDE 0106 e IEC 530	TSMB (2), hasta 400 V					
Conexión Mediante tornillos de estrizo		Min.	Max.	Max. según IEC 947			
	Conductor rígido	mm ²	1 x 1,5	2 x 4	1 x 4 + 1 x 2,5		
	Hilo flexible sin terminal	mm ²	1 x 0,75	2 x 4	2 x 2,5		
	Hilo flexible con terminal	mm ²	1 x 0,34	1 x 1,5 + 1 x 2,5	1 x 1,5 + 1 x 2,5		
Par de apriete	Tornillos Philips n.º 2 - Ø 6	Nm	0,8				
Montaje		Directo debajo del contactor o del contactor-inversor					
	(1) Consultar os. (2) Tensión de seguridad muy baja.						
Características de los contactos auxiliares							
Número de contactos		1 "NC" + 1 "NA"					
Corriente térmica convencional		A	6				
Protección contra los cortocircuitos	Según IEC 947, VDE 0660, Fusible gG	A	6 o más más.				
Potencia máxima de las bobinas de los contactores controlados (en el mantenimiento) (Ciclos de man. bobinas ocasionales del contacto 95-06)	Corriente alterna	V	24	48	110	220/230	380/400
		VA	100	200	400	600	600
	Corriente continua	V	24	48	110	220	
		W	100	100	50	45	
Tensión de empleo máxima	Corriente alterna categoría AL-15	V	690				
	Corriente continua categoría DC-13	V	250				

Figura 1.20. Datos técnicos de los Relés térmicos, modelo K.

Fuente: Catálogo empresa SCHNEIDER.

Tabla 1.8: Tabla de valores recomendados para el diseño de filtros rápidos.

Tabla.- Valores recomendados para el diseño de filtros rápidos

CARACTERÍSTICAS DEL LECHO	FILTRO (1) (monocapa)	FILTRO (2) (multicapa)	FILTRO (3) (piscinas)
MATERIAL	Arena silícea	Antracita Arena silícea	Arena silícea
ESPESOR (m)	0.7 (0.5-1.0)*	0.6 (0.45 - 0.70) 1.0 (0.85 - 1.30)	0.9 (0.7 - 1.2)
TAMAÑO EFECTIVO (mm)	0.8 - 1.0 (0.6-1.2)	1.3 (1.25 - 2.50) 0.6 (0.50 - 0.80)	0.5 (0.3 - 0.5)
COEF. DE UNIFORMIDAD	1.5 - 1.8 (<2)	1.5 - 1.8 (<2)	1.5 - 1.8 (<2)
VELOCIDAD DE FILTRACIÓN (m/h)	< 7.5 lav. (4-15)	< 10 lav.(10 - 15)	50 lav.(40 - 60)
PÉRDIDA DE CARGA MÁXIMA (m)	1.5 mca	1.5 mca	10 mca

* Las cifras que aparecen entre paréntesis se refieren a rangos de variación.

Tabla.- Valores de diseño para el lavado de filtros rápidos a gravedad

MÉTODO	VELOCIDAD DE LAVADO (m/h)	TIEMPO DE LAVADO (minutos)
SÓLO AGUA	60 (50 - 70)	15 - 20
AGUA + AIRE	AGUA > 20 (12 - 30)	10 - 12
	AIRE 50 (40 - 80)	1 - 5

Fuente: (Arboleda, 2000)

HARMSCO® HP Hurricane® Filter Housings

Two Technologies in One

Lower Operation Cost

- Harmsco® HP Hurricane® filters provide unsurpassed performance. Our unique design separates dense solids prior to cartridge filtration for extended filter life, increased dirt holding capacity and reduced maintenance costs.

Features

- Combination cyclone separator and cartridge filter in a single compact design
- Patented Up-flow design with tangential entry - prevents air entrainment
- Rotational flow "flutters" media pleats - improving loading performance
- Electropolished 304 stainless steel housing
- Fail-Safe lid closure, rated for 150 psi
- Three sizes for greater media surface area
- CPVC standpipe (standard) - stainless steel optional
- Extensive choice of cartridge micron ratings and media, including carbon block
- NSF 61 listed

Applications

- Commercial/Residential Drinking Water
- Cooling Tower Filtration
- Desalination Pre-filtration (316 and coated options)
- Surface Water Treatment Rule (SWTR) LT2
- Process Water
- Whole House Filtration
- Industrial Waste Water Treatment
- Reverse Osmosis Pre-filtration
- Small Community Compliance LT2
- Well Water
- Ground Water Remediation
- Ground Water Under Direct Influence (GUDI)

Harmsco® Hurricane® Filter Housings HP

Ordering Information

Filter Model	A	B	C	D	E	Pipe Size	Strain Size	Flange Spacing	Shipping Wt.	Cartridge Size	
	Filter Height	Width	Diameter	Inlet	Outlet	NPT	NPT	in.	Lbs.	in.	
HUR 40 HP	19-1/2"	14-5/8"	13"	13-3/4"	3-7/8"	2"	1"	15"x16"	35"	40	14x16x21
HUR 90 HP	29-7/8"	14-5/8"	13"	17-5/4"	3-7/8"	2"	1"	15"x16"	51"	52	14x16x28
HUR 170 HP	45-1/2"	14-5/8"	13"	23-5/8"	3-7/8"	2"	1"	15"x16"	72"	64	14x16x42

Filter Specifications

- Electropolished 304 stainless steel
- Standpipe - CPVC
- Temperature - 140°F (60°C) max. Up to 250°F (121°C) with optional stainless steel standpipe and high temperature cartridges installed
- Pressure - 150 psi (10 bar) max.
- Wing nuts - brass
- Rim gaskets - EPDM (Buna-N, Viton available)
- BSTP optional
- Gauge sample ports (1/4"), inlet and outlet
- Pressure - 150 psi (10 bar) max.

Pressure Drop

Note: This publication is to be used as a guide. The data within has been obtained from many sources and is considered to be accurate. Harmsco does not assume liability for the accuracy or completeness of this data. Changes to this data can be made without notification. Temperature, Pressure, Flow Rates, Chemical Combinations and other options may cause actual performance to vary from what is shown. Limited Warranty: Harmsco warrants that products are free of material and workmanship defects. Determination of suitability of Harmsco products for uses and applications contemplated by Harmsco shall be the sole responsibility of the user. The user and manufacturer shall be liable for the product's performance and suitability for specific intended applications. Color names shown herein are for reference only and are not intended to be used as a basis for color reproduction.

HARMSCO® Filtration Products
 P.O. Box 14066, North Palm Beach, FL 33408
 (561) 846-9628 • Toll-free: (800) 327-5248 • Fax: (561) 845-2474 • E-mail: sales@harmsco.com
 www.harmsco.com

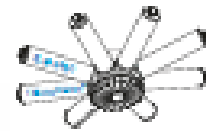
Figura 1.21 Filtros ciclónicos.

Fuente: Catálogo empresa Harmsco.



Sand Filters | Sandfilter | Zandfilters
 Filtres à sable | Filtros de arena | Filtri a sabbia

TRITON® / TRITON II WITH CLEARPRO TECHNOLOGY®



FEATURES

- One-piece, fiberglass reinforced tank with UV resistant coating
- Easy-to-read top mounted pressure gauge with manual air relief
- A 360° diffuser to keep the sand bed flat for optimum filtration, has a "wing-away" design for instant access to sand
- Easy-to-use water drain for simplified service and wintering
- All filter fittings are threaded for easy servicing
- Available with ClearPro Technology

FUNKTIONSUMFANG

- Fiberglasverstärkter Einstücktank mit einer UV-beständigen Beschichtung
- Einfach ablesbares, oberseitig montiertes Manometer mit manueller Entlüftung
- Der 360°-Verteilerkopf sorgt für ein ebenes Sandbett und damit für eine optimale Filtration, der Verteilerkopf ist ablenkbar und ermöglicht sofortigen Zugriff auf den Sand
- Einfaches Entleeren zur Wartung und/oder Überwinterung
- Alle Filter-Verschraubungen sind für die einfache Wartung mit einem Gewinde ausgestattet
- Erhältlich mit ClearPro Technology

EIGENSCHAPPEN

- Glasvezelversterkte polyester tank uit één stuk vervaardigd, met UV-bestendige coating
- Goed afleesbare bovenaan gemonteerde manometer met handmatige ontluchting
- Een 360°-verdeelkop om het zandbed vlak te houden, voor optimale filtratie. Kan opzij gekanteld worden voor directe toegang tot het zand
- Eenvoudig te gebruiken aftapkraan voor gemakkelijk onderhoud en wintervoorbereiding
- Alle aansluitingen voorzien met draadverbinding voor eenvoudig onderhoud
- Verkrijgbaar met ClearPro Technology

CARACTÉRISTIQUES

- Cuve monocoque, renforcée de fibre de verre et dont le revêtement est résistant aux UV
- Manomètre à montage supérieur, facile à lire, avec purge d'air manuel
- Un diffuseur à 360° maintient uniforme la couche de sable pour une filtration optimale, celui-ci est escamotable pour un accès instantané au sable
- Drain facile d'utilisation pour simplifier l'entretien et l'hivernage
- Toutes les entrées/sorties de filtre sont filetées pour un entretien facile
- Disponible avec la ClearPro Technology

CARACTERÍSTICAS

- Tanque monocoque con refuerzo de fibra de vidrio y un revestimiento resistente a los UV
- Manómetro de fácil lectura instalado en la parte superior con purga de aire manual
- Difusor de 360° que mantiene plano el lecho de arena para un filtrado óptimo, tiene un diseño abatible para permitir el acceso instantáneo a la arena
- Sumidero de agua de fácil uso para el mantenimiento y el periodo de invierno
- Todos los racores del filtro tienen roscas que facilitan su uso
- Disponible con ClearPro Technology

CARATTERISTICHE

- Serbatoio costituito da un unico pezzo compatto, rinforzato con fibre di vetro, con superficie resistente ai raggi UV
- Il sistema di controllo del flusso consente di regolare la qualità della filtrazione e garantisce i massimi tempi di attività tra i controllavaggi
- Manometro facilmente visibile montato sulla parte superiore, con dispositivo manuale di sfogo dell'aria
- Un diffusore a 360° mantiene piatto il letto di sabbia per garantire il massimo livello di filtrazione
- Grazie al sistema girante, il diffusore consente di accedere rapidamente alla sabbia
- Disponibile con ClearPro Technology

Model	Filter Area (ft ²)	Recommended flow rate (m ³ /hr)	Filter Area (m ²)	Flange connection	Sand 0.4 - 0.8 mm (kg)	Gravel 2 - 8 mm (kg)	Clearance distance (mm)	Maximum working pressure (bar)	Valve
-------	--------------------------------	--	-------------------------------	-------------------	------------------------	----------------------	-------------------------	--------------------------------	-------

Triton®

F-1958-TRV	680	8,5	0,17	1 1/2"	52	20	825	3,5	4-way
F-2658-TRV	610	14	0,29	1 1/2"	108	40	955	3,5	4-way
F-3658-TRV	762	22	0,45	2"	200	80	1095	3,5	4-way
KIT-F-2658-TRV	914	32	0,64	2"	310	120	1200	3,5	4-way

Triton II with ClearPro Technology®

F-1958-TRCP	680	8,5	0,17	1 1/2"	80	/	825	3,5	4-way
F-2658-TRCP	610	14	0,29	1 1/2"	150	/	955	3,5	4-way
F-3658-TRCP	762	22	0,45	2"	275	/	1095	3,5	4-way
KIT-F-2658-TRCP	914	32	0,64	2"	420	/	1200	3,5	4-way

Triton filters without valve available upon request / Triton-Filter ohne Ventil auf Anfrage lieferbar / Triton filters zonder klep beschikbaar op aanvraag / Filtros Triton sans vanne disponibles sur demande / Filtros Triton sin válvula bajo consulta / Filtri Triton senza valvola disponibili su richiesta

4-way valve included / 4-way-Ventil inbegripen / 4-veegklep inbegrepen / Vanne à 4 positions inclus / Válvula de 4-positioes incluida / Válvula a sei posi ioni inclusu (p. 192)

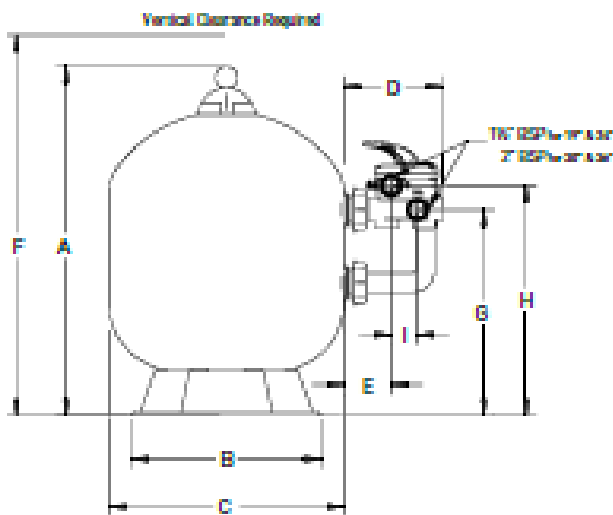
Model	Length (cm)	Width (cm)	Height (cm)	Gross Weight (kg)	Pcs by pallet	Length pallet (cm)	Width pallet (cm)	Height pallet (cm)
-------	-------------	------------	-------------	-------------------	---------------	--------------------	-------------------	--------------------

Triton

F-1958-TRV	67	69	88	12,4	8	98	98	189
F-2658-TRV	63	63	102	18,4	8	126	126	218
F-3658-TRV	78	78	120	29,8	2	156	80	136
KIT-F-2658-TRV	94	94	106	25,5	2	95	95	220

Triton II with ClearPro Technology

F-1958-TRCP	67	69	88	12,4	8	98	98	189
F-2658-TRCP	63	63	102	18,4	8	126	126	218
F-3658-TRCP	78	78	120	29,8	2	156	80	136
KIT-F-2658-TRCP	94	94	106	25,5	2	95	95	220



	F-1958-TRV F-1958-TRCP	F-2658-TRV F-2658-TRCP	F-3658-TRV F-3658-TRCP	F-2658-TRV F-2658-TRCP
A	825	955	1095	1200
B	600	600	610	610
C	680	610	762	914
D	252	252	302	302
E	120	120	160	160
F	876	1006	1166	1251
G	662	520	590	667
H	524	582	671	728
I	70	70	70	70

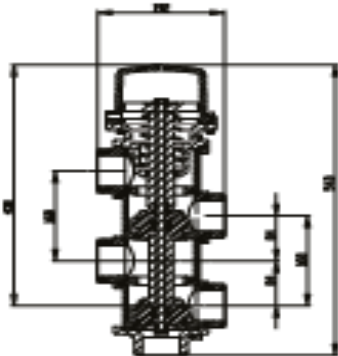
Model	Description
PRO VALVE	
PROV-1018	2" Pro Valve Kit with unions
PRO VALVE ACCESSORIES	
PROV-A-DAP	Retro-Fit Adaptor for Triton (2pc)
PROV-CPR	Pro Valve Compressor 1125 x 254 x 225 mm / 3,8 bar
CPRD-1010*	Pentair ControlPro™ Filtration Manager (see page 16)

* See water version (4,5%) available on demand. Please contact your Pentair Representative / Meerwasser-Version (4,5%) auf Anfrage verfügbar. Wenden Sie sich bitte an Ihren lokalen Pentair-Vertreter. / Zee water versie (4,5%) beschikbaar op aanvraag. Neem contact op met uw lokale Pentair vertegenwoordiger. / Version eau de mer (4,5%) disponible sur demande. Veuillez contacter votre représentant Pentair local. / Versión para agua de mar (4,5%) disponible bajo pedido. Contacte con su representante de ventas de Pentair. / Versione con acqua di mare (4,5%) disponibile su richiesta. Consultare il referente commerciale Pentair.

Triton® II WITH CLEARPRO TECHNOLOGY® AND PRO VALVE

KIT-F-2658-PRO	26" Triton II ClearPro with Pro Valve
KIT-F-3058-PRO	30" Triton II ClearPro with Pro Valve
KIT-F-3658-PRO	36" Triton II ClearPro with Pro Valve


*ClearPro Technology at Standard Triton Price / ClearPro-Technologie zum Standard-Triton-Preis / ClearPro Technology tegen standaardprijzen van Triton / Tecnologia ClearPro al precio del Triton estándar / Tecnologia ClearPro a prezzo Triton standard



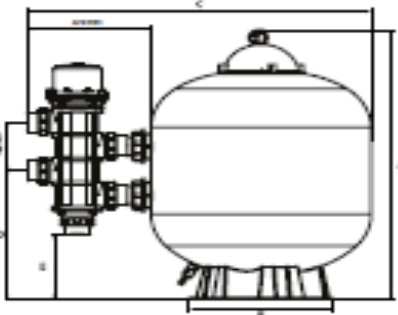
PRO VALVE COMPRESSOR
PROV-CPR

Compressor minimum requirements / Mindestanforderungen an den Kompressor / Minimum vereisten voor de compressor / Exigences minimales du compresseur / Requisitos mínimos del compresor / Requisiti minimi Compresore.

Pressure / Druck / Druk / Pression / Presión / Pressione - 2,3-3,8 bar



PRO VALVE ADAPTOR
PROV-A-DAP



	F-2658-PRO	F-3058-PRO	F-3658-PRO
A	955	1095	1200
B	400	610	610
C	969	1101	1252
D	438	698	565
E	211	271	330

Spare parts at page - / Escarillas e Solza - / onderdelen op pagina - / pièces détachées à la page - / recambios en la página - / parti di ricambio a pagina- 204

Figura 1.22: Filtros de lecho profundo.

Fuente: Catálogo empresa Pentair.

Código Nacional de Electricidad – Utilización

<p>Sección 80 – 010. “Requerimiento de dispositivos de protección y control”.</p>	<p>- A menos que se indique de forma diferente en esta sección o en otras secciones relacionadas con equipos específicos, los aparatos eléctricos y los conductores de fase o no puestos a tierra deben ser provistos con:</p> <p>a) Dispositivos para abrir automáticamente un circuito eléctrico en caso de que:</p> <p>i) La corriente en el circuito eléctrico alcance un valor tal que dé lugar a que se presenten temperaturas peligrosas en los aparatos o conductores; y</p> <p>ii) En la eventualidad de cortocircuitos a tierra, en concordancia con la Regla 080-102; y</p> <p>iii) Ante corrientes residuales a tierra que puedan ocasionar daños o electrocución a personas o animales, en instalaciones accesibles.</p> <p>b) Dispositivos de control operables manualmente en el punto de alimentación, para desconectar en forma segura y simultánea todos los conductores no puestos a tierra del circuito; y</p> <p>c) Dispositivos que, cuando sea necesario desconecten un circuito al producirse una falla o pérdida de tensión apreciable en el mismo.</p>
<p>Sección 80 – 012. “Capacidades nominales de equipos de protección y control”</p>	<p>- Para circuitos de 1000 V a menos:</p> <p>a) Los equipos eléctricos requeridos para interrumpir corrientes de falla, deben tener capacidades nominales suficientes para la tensión nominal empleada y para la corriente de falla que pueda presentarse en sus bornes; y</p> <p>b) Los equipos eléctricos requeridos para interrumpir otras corrientes que no sean de falla, deben tener capacidad nominal suficiente para la tensión nominal empleada y para la corriente a interrumpir.</p>
<p>Sección 80 – 014. “Capacidad nominal de combinaciones en serie – cascada (ver anexo B)”</p>	<p>- No obstante lo indicado en la Regla 080-012 (a), se permite instalar un interruptor automático en un circuito que tiene una corriente de falla mayor que su capacidad nominal, en la medida que:</p> <p>a) El interruptor automático sea un componente reconocido de una combinación serie aprobada (conexión en cascada); y</p> <p>b) Esté instalado en el lado de carga de un dispositivo de sobrecorriente que tiene una capacidad nominal por lo menos igual a la corriente de falla admisible; y</p>

	<p>c) El dispositivo de sobre corriente en el lado de alimentación del interruptor automático de menor potencia, cumpla los requerimientos de diseño del circuito en que ambos están instalados; y</p> <p>d) El equipo donde está instalado el interruptor automático de menor capacidad esté marcado con una capacidad nominal de combinación serie, por lo menos igual que la corriente de falla admisible en el circuito; y</p> <p>e) Los dispositivos de sobre corriente instalados como una combinación serie, deben estar rotulados en el momento de instalación de una manera visible y legible, indicando que deben ser únicamente reemplazados por componentes del mismo tipo y la misma capacidad nominal.</p>
<p>Sección 80 – 016. “Conexión de dispositivos”.</p>	<p>- Los dispositivos requeridos en esta sección no deben ser conectados en ningún conductor neutro o conductor conectado a tierra, excepto cuando:</p> <p>a) Los dispositivos previa o simultáneamente desconecten todos los conductores de fase; o</p> <p>b) Se conecte un dispositivo de sobre corriente en un circuito de 2 conductores, que tenga un conductor neutro puesto a tierra, y habiendo la posibilidad de que el conductor neutro pueda asumir una tensión respecto a tierra, de magnitud suficiente para crear una condición peligrosa, debido a una conexión a tierra poco confiable; o</p> <p>c) El dispositivo de sobre corriente esté localizado en una parte del circuito conectado mediante un enchufe de 2 polos, en la medida que el circuito no exceda los valores de 15 A y 250 V.</p> <p>-</p>
<p>- Sección 80 – 100. “Requerimiento de dispositivos de protección”.</p>	<p>Cada conductor no puesto tierra (o de fase) debe ser protegido por un dispositivo de sobre corriente en el punto de alimentación, y en cada punto donde se reduce la sección del conductor, sin embargo se permite que la protección sea omitida cuando:</p> <p>a) El dispositivo de sobre corriente del conductor de mayor sección protege adecuadamente el conductor de menor sección, o</p> <p>b) El conductor de menor sección:</p> <p>I) Tiene una capacidad de corriente no menor que la suma de cargas calculadas de los circuitos que alimenta, y no es menor que la capacidad de corriente del tableros, panel o dispositivo de control que alimenta, y</p> <p>II) No tiene más de 3 metros de largo, y</p>

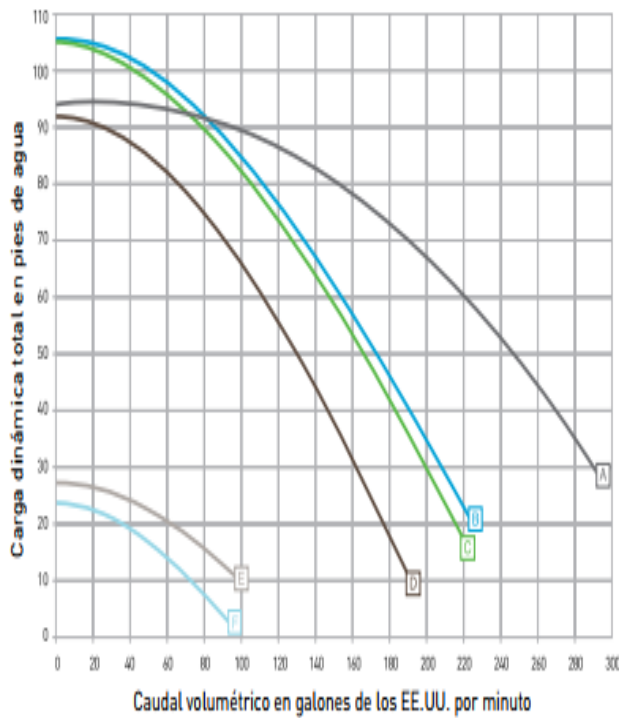
	III) No se prolonga más allá del tablero, panel o dispositivo de control que alimenta.
- Sección 80 – 104. “Capacidad nominal de dispositivos de sobre corriente”. -	La capacidad nominal o el ajuste de los dispositivos de sobre corriente no debe de exceder la capacidad de corriente de los conductores que protegen, excepto: <ul style="list-style-type: none"> a) Cuando no se disponga de un fusible o interruptor automático estándar o comercial que tenga la capacidad o pueda ser ajustado al mismo valor que la capacidad de corriente del conductor, se permite utilizar las capacidades nominales con un límite máximo de 600 A, y b) En el caso de conductores para aparatos o cordones flexibles de sección menor de 1.5 mm², que son considerados protegidos por un dispositivo de sobre corriente de 15 A, o c) En la forma que sea prevista en otras reglas del Código.

Normas técnicas peruanas

NTP – IEC 60898-1.	<ul style="list-style-type: none"> • “Interruptores automáticos para protección contra sobre corrientes en instalaciones domésticas. Parte 1. Interruptores automáticos para operación con C.A.”
NTP 370.308.	<ul style="list-style-type: none"> • “Interruptores automáticos en caja moldeada”.
NTP 370.309.	<ul style="list-style-type: none"> • “Interruptores en caja moldeada” (molded-case switches).
NTP-IEC 60947-2.	<ul style="list-style-type: none"> • “Aparatos de conexión y de mando de baja tensión (aparamenta de baja tensión). Parte 2. Interruptores automáticos”.
NTP-IEC 61008-1	<ul style="list-style-type: none"> • “Interruptores automáticos para actuar por corriente residual (interruptores diferenciales), sin dispositivo de protección contra sobre corriente para uso doméstico y similares. Parte 1. Reglas generales”.
NTP-IEC 61009-1.	<ul style="list-style-type: none"> • “Interruptores automáticos para actuar por corriente residual (interruptores diferenciales), con dispositivo de

	<p>protección contra sobrecorriente para uso doméstico y similares. Parte 1. Reglas generales”.</p> <p>Asimismo, como referencia se deben considerar las siguientes Normas Técnicas Peruanas:</p>
NTP 370.305.	<ul style="list-style-type: none"> “Instalaciones eléctricas en edificios. Protección para garantizar la seguridad. Protección contra los efectos térmicos”.
NTP 370,306.	<ul style="list-style-type: none"> “Instalaciones eléctricas en edificios. Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las sobre intensidades”.

CURVAS DE RENDIMIENTO



Curvas de rendimiento	Modelo	Descripción
A	XFE-20	5 HP, alta eficiencia
A	XFK-20	5 HP, trifásica, motor TEFC
B	XFE-12	3 HP, alta eficiencia
C	XF-12	3 HP, eficiencia estándar
B,E	XFDS-12	3 HP, 2 velocidades
B	XFK-12	3 HP, trifásica, motor TEFC
D	XFE-8	2 HP, alta eficiencia
D	XF-8	2 HP, eficiencia estándar
D,F	XFDS-8	2 HP, 2 velocidades
D	XFE-30	2.5 HP, alta eficiencia, mejorada
D	XF-30	2.5 HP, eficiencia estándar, mejorada
D,F	XFDS-30	2.5 HP, 2 velocidades, mejorada
D	XFK-8	2 HP, trifásica, motor TEFC

Figura 1.23. Características de diseño de la electrobomba PENTAIR.

Fuente: Catálogo empresa PENTAIR.

Características:

- Con opciones de ½ HP – 2 ½ HP y de una y dos velocidades, son el complemento perfecto para su aplicación y aseguran un consumo mínimo de energía.
- La tapa Cam and Ram se bloquea en su sitio con un cuarto giro.
- Motor de servicio pesado, brida cuadrada 56 y elevado factor de servicio para una larga vida útil... grado comercial a precio de consumidor.
- Funcionamiento silencioso debido al superior diseño interior que reduce el ruido hidráulico.
- La tapa transparente permite una fácil inspección de la canasta de filtro.
- La bomba SuperFlo es un reemplazo directo... y superior de la Hayward Super Pump.
- Autocebante para permitir u arranque más rápido y fácil.
- Hay disponibles modelos de 115 voltios y 230 voltios.
- Se ha probado el rendimiento y la presión para asegurar la calidad superior.
- Certificado de acuerdo a UL/C-UL/NSF.
- Garantía limitada de un año. Consulte los detalles en la garantía.

Figura 1.24. Características de diseño de la electrobomba PENTAIR.
Fuente: Catálogo empresa PENTAIR.

		PLAN/PROGRAMA TIPO PARA MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RECIRCULACION ACUICOLA												
PLAN DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA DEL PLAN	AÑO 2017												OBS
		ene	feb	mar	abr	mayo	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero														
Area de peces														
MANTENIMIENTO PREVENTIVO 6 MESES (SEMESTRAL)	SEMESTRAL													
Sistema impulsión de las electrobombas														
Sistema de control de nivel														
Sistema de filtración primaria (accesorios y válvulas)														
Sistema de filtración secundaria (accesorios y válvulas)														

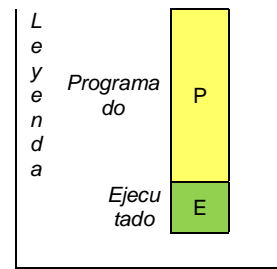


Figura 1.25. Características de diseño de la electrobomba PENTAIR.

Fuente: Catálogo empresa PENTAIR.