

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**AREA: AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA MEJORA EN LA ETAPA DE FILTRADO DE SÓLIDOS DE AGUA SANGUAZA EN LA CORPORACIÓN PESQUERA COPEINCA S.A.C.- PLANTA CHIMBOTE”**

---

**TESIS PARA OBTENER EL**  
**TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

---

**AUTORES :**

Br. Justo Roberto García Vega.

Br. José Lucio Ayala Huarca.

**ASESOR :**

Ing. Luis Vargas Días.

**Trujillo - Perú**

**2013**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA MEJORA EN LA  
ETAPA DE FILTRADO DE SÓLIDOS DE AGUA SANGUAZA EN LA  
CORPORACIÓN PESQUERA COPEINCA S.A.C.- PLANTA CHIMBOTE”**

Por :

Br. Justo Roberto García Vega.

Br. José Lucio Ayala Huarca.

Aprobado por :

---

ING. SAUL N. LINARES VERTIZ  
PRESIDENTE  
CIP N° 142213

---

ING. LENIN H. LLANOS LEON  
SECRETARIO  
CIP N° 139213

---

ING. OSCAR M. DE LA CRUZ  
RODRIGUEZ  
VOCAL  
CIP N° 85598

---

ING. LUIS A. VARGAS DIAZ  
ASESOR  
CIP N° 104175

## **PRESENTACION**

Señores miembros del Jurado:

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Carrera Profesional de Ingeniería Electrónica para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico, pongo a vuestra disposición el presente Trabajo de Tesis titulado: **“DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA MEJORA EN LA ETAPA DE FILTRADO DE SÓLIDOS DE AGUA SANGUAZA EN LA CORPORACIÓN PESQUERA COPEINCA S.A.C.- PLANTA CHIMBOTE”**.

Este trabajo, es el resultado de la aplicación de los conocimientos adquiridos en la formación profesional en la Universidad, excusando anticipadamente de los posibles errores involuntarios cometidos en su desarrollo.

Trujillo, 12 Diciembre del 2013

Br. Justo Roberto García Vega.

Br. José Lucio Ayala Huarca.

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este Trabajo de Tesis

A Dios, que nos brinda sabiduría, amor y paciencia.

A mis padres, por brindarme su apoyo, fortaleza incondicional y ánimos para salir adelante.

A mis hermanos por brindarme sus consejos para poder continuar con mis estudios

Al conjunto de ingenieros que nos brindaron su apoyo para lograr alcanzar nuestras metas, y seguir teniendo más logros

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por habernos dado fuerzas y ganas de seguir superándonos profesionalmente para alcanzar el camino del éxito.

A la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, por darnos los conocimientos necesarios para el desarrollo de nuestro Proyecto de Tesis y darnos la oportunidad de alcanzar un título profesional.

A nuestros padres por siempre estar presente con sus consejos, valores, motivación y amor, de los cuales me animan a seguir adelante y enfrentarme a los problemas que se presentarán en el transcurso de mi vida.

A mi asesor de tesis, el Ingeniero Luis Vargas Díaz, por su confianza y apoyo en el transcurso de toda la investigación.

## **RESUMEN**

El presente informe muestra una investigación respecto al sistema de purificación de agua utilizada para el bombeo de pescado desde las embarcaciones hasta planta, centrándonos en la etapa de filtrado de sólidos, haciendo más eficiente el proceso, utilizando las herramientas de ingeniería electrónica en la compañía pesquera COPEINCA ubicada en la ciudad de Chimbote.

El problema se centra en que existe un volumen de agua que es bombeada desde chata (embarcación fija a 300 mts de la orilla) para terminar de enviar el pescado que queda en la tubería submarina en cada descarga, los cuales no superan los niveles permitidos, sin embargo el proceso filtra toda el agua independientemente de esta condición generando gastos en insumos en las siguientes fases de purificación del agua. Otra condición de la problemática es que los filtros funcionan más tiempo de lo necesario al filtrar el agua con altos niveles de concentración de sólidos, pues no existe un control de volumen de agua a filtrar, consumiendo mayor energía y generando desgaste de equipos y mantenimientos por parte de planta.

Como una alternativa de solución se propuso la automatización de este proceso el cual incluye la instalación de tres lazos de control:

- Lazo de control de concentración.
- Lazo de control de nivel.
- Lazo de control de flujo.

Estos tres lazos permitirán lo siguiente:

- Determinar si el agua bombeada debe o no ser filtrada en función a los niveles de concentración.
- El encendido automático de las bombas de abastecimiento del sistema de filtraje estará en función a los niveles de agua determinados con los sensores de nivel.
- También la cantidad de filtros trommel a utilizar estará en función al flujo medido.

Finalmente se obtuvo el diseño completo del sistema que permitirá una operación más eficiente de los equipos y el consumo necesario de energía.

## ABSTRACT

This report presents an investigation regarding water purification system used for pumping fish from boats to plant, focusing on the step of filtering solids, making the process more efficient, using the tools of electronic engineering in the COPEINCA fishing company located in the city of Chimbote.

The problem focuses in that there is a volume of water that is pumped from flat (fixed boat at 3000 from the shore) to stop sending the fish remaining in the underwater pipeline at each discharge, which do not exceed the permitted levels, however the process filters all water regardless of the condition generating costs in the following stages of water purification. Another condition of the problem is that filters work longer than necessary to filter water with high concentration of solids, as there is no control of volume to filter water, consuming more energy and generating desgate in equipment and maintenance by plant part.

As an alternative of solution we proposed automating this process which includes the installation of three control loops:

- Loop of concentration control.
- Loop of level control.
- Loop of flow control.

These three loops will allow the following:

- Determine if the pumped water should be filtered or not according to the concentration levels.
- The automatic power of the pumps filtration system will depend on water levels determined with the level sensors.
- Also the amount of trommel filters to use will depend on the measured flow.

Finally we obtained the complete system design that enable an operation more efficient in the equipments and the necessary energy.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
PRESENTACION.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
ÍNDICE DE GRAFICAS .....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

Objetivo General .....	4
Objetivos Específicos .....	4

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1 Automatización Industrial .....	6
2.2 Definición de Automatización .....	7
2.3 Formas de Realizar el Control Sobre un Proceso .....	7
2.4 Componentes de un Sistema de Control .....	9
2.5 Contaminación de Aguas .....	15
2.6 Caracterización de los Efluentes.....	18
2.7 Proceso de Harina de Pescado en Empresas Pesqueras Peruana .....	22
2.8 Proceso de Producción de Harina de Pescado .....	23

### **CAPITULO III**

#### **ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO DEL PROCESO ACTUAL**

3.1 Análisis de la Situación Actual.....	37
3.2 Plantas de COPEINCA.....	39
3.3 Descripción Del Proceso .....	40
3.4 Análisis de la causa-raíz.....	46
3.5 Efectos.....	46

### **CAPÍTULO IV**

#### **DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE RECUPERACIÓN DE SÓLIDOS**

4.1 Lazos de Control.....	51
4.2 Lazo de Control de Concentración .....	51
4.3 Lazo de Control de Nivel .....	68
4.4 Lazo de Control de Flujo.....	73

### **CAPÍTULO V**

#### **RESULTADO, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Resultado.....	80
Conclusiones .....	83
Recomendaciones.....	84
Bibliografía.....	85
Anexos.....	88

## ÍNDICE DE GRAFICAS

	<b>Pág.</b>
Grafica N° 01. Grafica de automatización.....	7
Grafica N° 02. Control lazo abierto.....	8
Grafica N° 03. Control lazo cerrado.....	9
Grafica N° 04. Sistema de Control.....	14
Grafica N° 05. Desaguador Rotativo.....	25
Grafica N° 06. Desaguador Vibratorio.....	25
Grafica N° 07. Transportadores de mallas.....	26
Grafica N° 08. Tolvas de pesaje.....	27
Grafica N° 09. Esquema del sistema de recuperación de grasas.....	28
Grafica N° 10. Vista panorámica del Equipo Krofta.....	30
Grafica N° 11. Proceso de harina y Aceite de pescado COPEINCA SAC-Chimbote.....	35
Grafica N° 12. Plantas de Copeinca en el Perú.....	39
Grafica N° 13. Plantas de Copeinca-Chimbote.....	40
Grafica N° 14. Descarga en Chata.....	41
Grafica N° 15. Descarga en Muelle.....	41
Grafica N° 16. Tuberías de HDPE.....	42
Grafica N° 17. Desaguador rotativo.....	42
Grafica N° 18. Poza de Agua sanguaza.....	43
Grafica N° 19. Bomba centrifuga.....	44
Grafica N° 20. Válvulas mecánicas.....	45
Grafica N° 21. Horas de trabajo teóricas vs reales.....	48
Grafica N° 22. Energía estimada consumida vs requerida.....	49
Grafica N° 23. Lazo de control de concentración.....	53
Grafica N° 24. Estado apertura de válvula.....	54
Grafica N° 25. Características sensor Turbidity probe TU810.....	55
Grafica N° 26. Válvula tipo mariposa.....	56
Grafica N° 27. Actuador neumático BRAY.....	57
Grafica N° 28. Solenoide serie 63 BRAY.....	60
Grafica N° 29. PLC S7- 1200.....	60
Grafica N° 30. Modulo de comunicación.....	62
Grafica N° 31. Características CPU.....	62
Grafica N° 32. Modulo de señales.....	63
Grafica N° 33. Modulo entrada y salidas.....	64

Grafica N° 34. Módulos de señales .....	64
Grafica N° 35. Modulo de comunicación.....	65
Grafica N° 36. Software SPET7.....	66
Grafica N° 37. HMI KTP 400 .....	67
Grafica N° 38. HMI KTP 600 .....	67
Grafica N° 39. Lazo de control de nivel.....	69
Grafica N° 40. Sensor de Nivel.....	70
Grafica N° 41. Características sensor kobold NES .....	71
Grafica N° 42. Detalles técnicos .....	72
Grafica N° 43. Lazo de control de flujo .....	74
Grafica N° 44. Flujo metro S3100.....	75
Grafica N° 45. Dimensiones Sitrans MAG-3100 .....	77
Grafica N° 46. MAG-3100/P/Q.....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla N° 01. Característica de bomba centrífuga.....	44
Tabla N° 02. Costo de operaciones .....	47
Tabla N° 03. Costo de implantación de automatización .....	80
Tabla N° 04. Costos de Insumos por Kilogramo.....	81
Tabla N° 05. Costo Energía Instalada .....	81

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo N° 1 Ficha técnica de válvula .....	88
Anexo N° 2 Ficha técnica de actuador neumático .....	89
Anexo N° 3 Ficha técnica de Solenoide .....	90
Anexo N° 4 Ficha técnica de sensor de nivel .....	91
Anexo N° 5 Ficha técnica de flujómetro .....	92

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

## INTRODUCCIÓN

En el Perú es un país pequero por excelencia la pesca como actividad consiste en la captura de parte de la biomasa existente en los mares de las costas peruanas, hasta una distancia de unas 200 millas de la misma. El pescado que viene sin refrigeración en las bodegas de las embarcaciones, se mezcla con agua de mar y se bombea junto con ésta desde los barcos hacia las fábricas de harina de pescado. Las fábricas por regla general están situadas en la orilla del mar o en lugares no muy alejados. El proceso de envío de pescado inicia con la succión desde las embarcaciones hacia la chata. Estas están ubicadas a una distancia aproximada entre los 300 a 400 metros de la orilla. Desde ahí el pescado es bombeado con agua de mar hacia la planta a través de una tubería submarina sumergida. En planta, el pescado es desaguado siendo transportado, pesado, almacenado y procesado para la producción de harina. Por otra parte el agua de bombeo o sanguaza es drenada y almacenada para pasar por un proceso de filtrado en su etapa inicial, por lo general en filtros Trommel. Luego de que el agua es filtrada se extraen grasas y aceites para ser vertidas nuevamente al mar.

Es aquí donde surge la necesidad de implementar nuevas formas de tratar las aguas residuales generadas, buscando la conservación y protección de los recursos y el planeta, utilizando los equipos de filtrado de forma eficiente, es ahí donde este trabajo aportara conocimiento sobre las ventajas de automatizar los sistemas de recuperación de sólidos.

La empresa pesquera CORPORACIÓN PESQUERA COPEINCA S.A.C. ubicada en el Distrito de Chimbote Av. 27 de octubre y en el departamento de Ancash. Inicio sus labores en el año 1994 con sus socios fundadores fueron Luis Dyer Ampudia, Rosa Coriat Valera, Edward Dyer Ampudia y Samuel Dyer Ampudia. Se dedica a producir y vender harina y aceite de pescado con eficiencia, calidad, responsabilidad.

En este proyecto describimos la realidad problemática que presenta la empresa de la siguiente manera: La empresa dispone de un sistema de filtraje Trommel en cascada. El agua de sanguaza es bombeada desde el tanque de almacenamiento a través de 2 bombas para pasar por todo el sistema de filtrado. En la parte más alta se ubican cuatro tambores con malla de 0.5mm de espesor, estos son los primeros por los cuales pasa el agua de

sanguaza de pescado. Luego ésta ingresa a cuatro tambores en la parte inferior con malla de 0.3mm, para retener sólidos de menor tamaño. Los filtros trommel cuentan con un motor y un sistema de transmisión para hacerlos girar sobre unos polines.

Actualmente el control de este proceso de filtrado es dirigido por un operador quien activa las bombas y válvulas, sin embargo la operación manual presenta algunos problemas como:

- En el proceso de descarga entre una y otra embarcación se bombea agua que no tiene la concentración de sólidos necesaria para pasar por todos los sistemas de purificación generando el funcionamiento innecesario de los equipos no solo en la etapa de filtrado sino también las siguientes etapas.
- Otro inconveniente de la operación manual es que el operador activa todas las bombas, válvulas y motores, haciendo uso del total de los filtros, incluso cuando en algunas ocasiones el volumen de agua es bajo y no se necesita de toda la planta. Es decir que se usa equipo y energía también de manera innecesaria.

En ambos casos el uso innecesario de los equipos incrementa el consumo de energía y desgaste a los equipos reduciendo su tiempo de vida útil

Lo que conlleva a formular el siguiente problema: **¿De qué manera reducir el consumo de energía y el uso innecesario de los equipos en la etapa de eliminación de sólidos del agua de sanguaza por filtros Trommel en la empresa COPEINCA S.A.C.?**

El presente trabajo tiene los siguientes capítulos:

En el Capítulo I, se escribirás una breve Introducción y objetivos.

En el Capítulo II, se escribirá el marco teórico y conceptual explicando los principales conceptos involucrados en el sistema.

En el Capítulo III, análisis y diagnostico del proceso actual

En el Capítulo IV, diseño de un sistema automatizado para el proceso de recuperación de sólidos

En el Capítulo V, resultado conclusiones y recomendaciones del proyecto que ayudaran a entender los objetivos del mismo.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.2 Objetivo General**

Diseñar la automatización que permita la reducción del consumo de energía y uso de equipos en la etapa de eliminación de sólidos del agua de sanguaza por filtros Trommel en la CORPORACION PESQUERA COPEINCA S.A.C. En la ciudad de Chimbote.

### **1.1.3 Objetivos Específicos**

Evaluar la mejor alternativa de solución al problema de uso innecesario de equipos y energía en los filtros

- Determinar los requerimientos para la automatización.
- Seleccionar el equipamiento para la automatización del proceso.
- Estimar la mejora en consumo de energía.
- Estimar los costos de proyecto

# CAPÍTULO II

## MARCO TEÓRICO

## **2.1 Automatización Industrial**

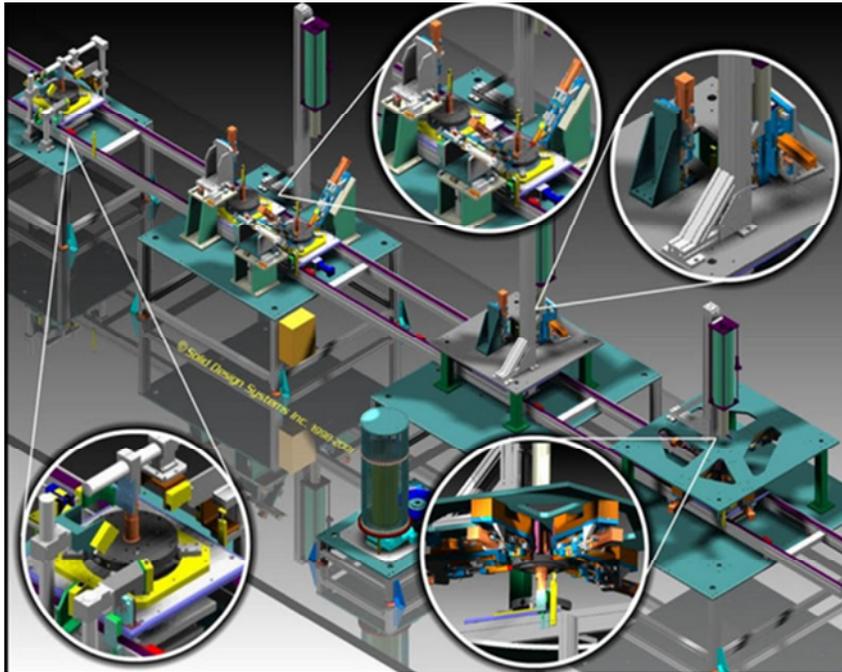
Es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias y/o procesos industriales. La automatización como una disciplina de la ingeniería es más amplia que un simple sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores, los transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar, controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

Las primeras máquinas simples sustituían una forma de esfuerzo en otra forma que fueran manejadas por el ser humano, tal como levantar un peso con sistema de poleas o con una palanca. Posteriormente las máquinas fueron capaces de sustituir formas naturales de energía renovable, tales como el viento, mareas, o un flujo de agua por energía humana.

La parte más visible de la automatización actual puede ser la robótica industrial. Algunas ventajas son repetitividad, control de calidad más estrecho, mayor eficiencia, integración con sistemas empresariales, incremento de productividad y reducción de trabajo. Algunas desventajas son requerimientos de un gran capital, decremento severo en la flexibilidad, y un incremento en la dependencia del mantenimiento y reparación.

Existe un concepto fundamental y muy actual en torno a la Automatización Industrial y es el de DCS (Sistemas de Control Distribuido). Un sistema de control distribuido está formado por varios niveles de automatización que van desde un mínimo de 3 hasta 5.

**Grafica N° 01.** Grafica de automatización.



**Fuente:** Elaboración propia

## **2.2 Definición de Automatización**

La Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales define la Automática como el estudio de los métodos y procedimientos cuya finalidad es la sustitución del operador humano por un operador artificial en la generación de una tarea física o mental previamente programada.

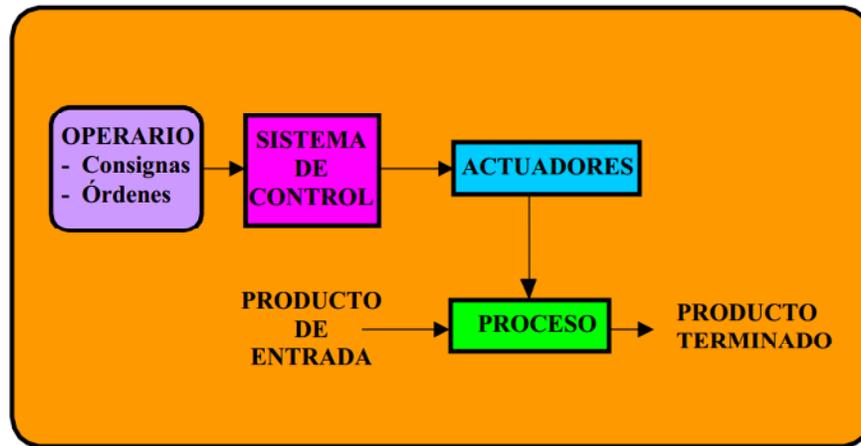
Partiendo de esta definición y ciñéndonos al ámbito industrial, puede definirse la Automatización como **"El estudio y aplicación de la Automática al control de los procesos industriales"**

## **2.3 Formas de Realizar el Control Sobre un Proceso**

Existen dos formas básicas de realizar el control de un proceso industrial.

### 2.3.1 Control en lazo abierto (Bucle Abierto)

Grafica N° 02. Control lazo abierto



Fuente: Elaboración propia

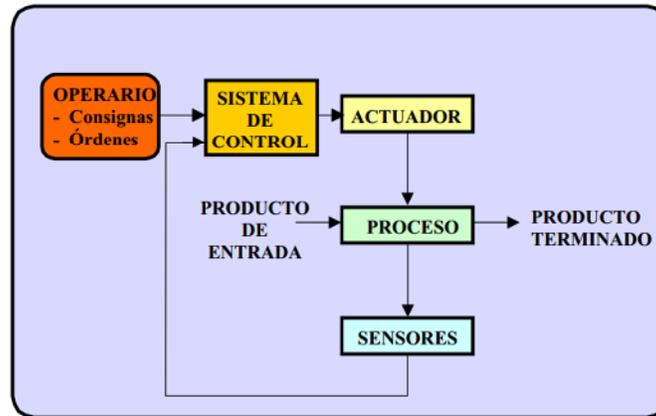
El control en lazo abierto se caracteriza porque la información o variables que controlan el proceso circulan en una sola dirección, desde el sistema de control al proceso.

El sistema de control no recibe la confirmación de que las acciones que a través de los actuadores se han de realizar sobre el proceso, se hayan ejecutado correctamente.

### 2.3.2 Control en lazo cerrado (Bucle Cerrado)

El control en lazo cerrado se caracteriza porque existe una realimentación de los Sensores desde el proceso hacia el sistema de control, que permite a este último conocer si las acciones ordenadas a los actuadores se han realizado correctamente sobre el proceso.

**Grafica N° 03.** Control lazo cerrado



**Fuente:** Elaboración propia

La mayoría de procesos existentes en la industria utilizan el control en lazo cerrado, bien, porque el producto que se pretende obtener o la variable que se controla necesita un control continuo en función de unos determinados parámetros de entrada, o bien, porque el proceso a controlar se subdivide en una serie de acciones elementales de tal forma que, para realizar una determinada acción sobre el proceso, es necesario que previamente se hayan realizado otra serie de acciones elementales.

## 2.4 Componentes de un Sistema de Control

### 2.4.1 Sensores:

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, PH, movimiento, etc.

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable de instrumentación con lo que puede decirse también

que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo.

Las áreas de aplicación de los sensores son: las industrias, robótica, medicina, industria de manufactura, etc. Los sensores pueden estar conectados a un controlador o computador para obtener ventajas como son el acceso a una base de datos, la toma de valores desde el sensor, etc.

Los sensores se caracterizan por:

- Rango de medida: dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.
- Precisión: es el error de medida máximo esperado.
- Offset o desviación de cero: valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el offset.
- Linealidad o correlación lineal.
- Sensibilidad de un sensor: suponiendo que es de entrada a salida y la variación de la magnitud de entrada.
- Resolución: mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.
- Rapidez de respuesta: puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.
- Derivas: son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor.
- Repetitividad: error esperado al repetir varias veces la misma medida.

## 2.4.2 Actuadores

Los actuadores tienen como misión generar el movimiento de los elementos del robot según las órdenes dadas por la unidad de control. Se clasifican en tres grandes grupos, según la energía que utilizan: Electrónicos, Hidráulicos, Neumáticos, Eléctricos.

- **Actuadores electrónicos**

Los actuadores electrónicos también son muy utilizados en los aparatos mecatrónicos, como por ejemplo, en los robots. Los servomotores CA sin escobillas se utilizarán en el futuro como actuadores de posicionamiento preciso debido a la demanda de funcionamiento sin tantas horas de mantenimiento.

- **Actuadores hidráulicos**

Los actuadores hidráulicos, que son los de mayor antigüedad, pueden ser clasificados de acuerdo con la forma de operación, funcionan en base a fluidos a presión. Existen tres grandes grupos: cilindro hidráulico, motor hidráulico, motor hidráulico de oscilación

- **Actuadores neumáticos**

A los mecanismos que convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico se les denomina actuadores neumáticos. Aunque en esencia son idénticos a los actuadores hidráulicos, el rango de compresión es mayor en este caso, además de que hay una pequeña diferencia en cuanto al uso y en lo que se refiere a la estructura, debido a que estos tienen poca viscosidad.

- **Actuadores eléctricos**

La estructura de un actuador eléctrico es simple en comparación con la de los actuadores hidráulicos y neumáticos, ya que sólo requieren de energía eléctrica como fuente de poder. Como se utilizan cables eléctricos para transmitir electricidad y las señales, es altamente versátil y prácticamente no

hay restricciones respecto a la distancia entre la fuente de poder y el actuador.

Existe una gran cantidad de modelos y es fácil utilizarlos con motores eléctricos estandarizados según la aplicación. En la mayoría de los casos es necesario utilizar reductores, debido a que los motores son de operación continua. Utilización de un pistón eléctrico para el accionamiento de una válvula pequeña.

### 2.4.3 Controladores

En un sistema de control, según sea la forma en que conteste el actuador, distinguiremos distintos tipos de acciones de control, algunas de ellas solamente utilizarán acciones llamadas básicas, aunque lo más común es que respondan mediante una combinación de estas acciones básicas.

- Proporcional (P)
  - Proporcional Integrador (PI)
  - Derivativa (D)
  - Proporcional Derivativa (PD)
  - Integral (I)
  - Proporcional Integral Derivativa (PID)
- 
- **Proporcional (P)**

En estos controladores la señal de accionamiento es proporcional a la señal de error del sistema. Recuerda: La Señal de error es la obtenida en la salida del comparador entre la señal de referencia y la señal realimentada.

Es el más sencillo de los distintos tipos de control y consiste en amplificar la señal de error antes de aplicarla a la planta o proceso.

- **Proporcional integrador (PI)**

En realidad no existen controladores que actúen únicamente con acción integral, siempre actúan en combinación con reguladores de una acción proporcional, complementándose los dos tipos de reguladores, primero entra en acción el regulador proporcional (instantáneamente) mientras que el integral actúa durante un intervalo de tiempo. ( $T_i$ = tiempo integral)
- **Proporcional derivativa (PD)**

El controlador derivativo se opone a desviaciones de la señal de entrada, con una respuesta que es proporcional a la rapidez con que se producen éstas. En los controladores diferenciales, al ser la derivada de una constante igual a cero, el control derivativo no ejerce ningún efecto, siendo únicamente práctico en aquellos casos en los que la señal de error varía en el tiempo de forma continua.

Por lo que, el análisis de este controlador ante una señal de error tipo escalón no tiene sentido, por ello, representamos la salida del controlador en respuesta a una señal de entrada en forma de rampa unitaria.
- **Integral (I)**

En estos reguladores el valor de la acción de control es proporcional a la integral de la señal de error, por lo que en este tipo de control la acción varía en función de la desviación de la salida y del tiempo en el que se mantiene esta desviación.

El inconveniente del controlador integral es que la respuesta inicial es muy lenta, y, el controlador no empieza a ser efectivo hasta haber transcurrido un cierto tiempo. En cambio anula el error remanente que presenta el controlador proporcional.
- **Proporcional integral derivativa (PID)**

Es un sistema de regulación que trata de aprovechar las ventajas de cada uno de los controladores de acciones básicas, de manera, que si la señal de error

varía lentamente en el tiempo, predomina la acción proporcional e integral y, mientras que si la señal de error varía rápidamente, predomina la acción derivativa. Tiene la ventaja de ofrecer una respuesta muy rápida y una compensación de la señal de error inmediata en el caso de perturbaciones. Presenta el inconveniente de que este sistema es muy propenso a oscilar y los ajustes de los parámetros son mucho más difíciles de realizar.

#### 2.4.4 Proceso o Planta

Conjunto de operación que se van a suceder y que van a tener un fin determinado. El procedimiento se realiza sobre una planta o una maquina, que son el conjunto de componentes y piezas que van a tener un determinado objetivo.

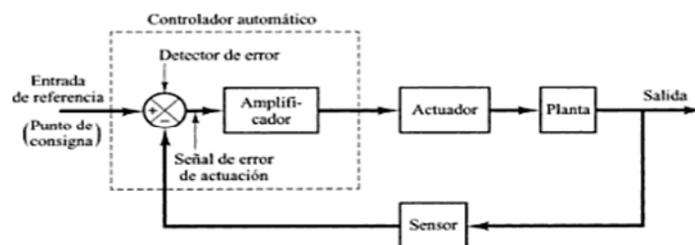
#### 2.4.5 Amplificador

Elemento que aumenta la amplitud o intensidad de un fenómeno, tiene por finalidad amplificar la señal de error con objetivo de que alcance un nivel para excitar el actuador.

#### 2.4.6 Comparador o Detector de Error

Elemento que compara la señal controlada con la señal de referencia para proporcionar la señal de error. El resultado de la comparación representa la desviación de la salida con respecto al valor previsto, se le conoce también como detector de error.

**Grafica N° 04.** Sistema de Control.



**Fuente:** KATSUHIKO OGATA (2002) Ingeniería De Control Moderna

## 2.5 Contaminación de Aguas

### 2.5.1 ¿Qué es la contaminación?

En el caso del agua, contaminar significa incorporar sustancias que producen una variación en las propiedades naturales que ella presenta; lo cual está relacionado con la cantidad y rapidez del aporte contaminante. Afectando directamente a todos los agentes con vida, en la disminución de sus posibilidades de sobrevivencia.

En los ecosistemas naturales, al agua recibe siempre, ciertas sustancias extrañas, las cuales se diluyen, o se filtran, a través de procesos naturales. Pero cuando la entrada del contaminante es demasiado grande, los procesos naturales que poseen las aguas con oxígeno disuelto suficiente (llamado proceso de "auto depuración"), no pueden controlarla, y entonces decimos que se produce una contaminación.

### 2.5.2 Origen de la contaminación

Debemos distinguir entre contaminación natural y artificial.

- **Contaminación natural:** Es la que existe siempre, originada por restos animales y vegetales y por minerales y sustancias que se disuelven cuando los cuerpos de agua atraviesan diferentes terrenos o al recibir aportes de otros cursos de agua o escorrentías.
- **Contaminación artificial:** Va apareciendo a medida que el hombre comienza a interactuar con el medio ambiente y surge con la inadecuada aglomeración de las poblaciones, y como consecuencia del aumento desmesurado y sin control alguno, de industrias, desarrollo y progreso.

El grado y tipo de contaminación depende de la actividad que la origina. Podemos decir que es preocupante la descarga en cursos y espejos de agua de líquidos residuales sin un tratamiento adecuado para bajar los niveles de contaminación a valores aceptables por la normativa: locales domiciliarios, procesos industriales en general, hidrocarburos, etc.

### **2.5.3 Contaminación de agua de mar:**

La mayor parte de los líquidos residuales de una región terminan en el mar y si no son adecuadamente tratados según sus características, pueden afectar las costas, a los habitáculos de peces, arrecifes de corales, manglares (zonas de cría de especies importantes), pudiendo llegar hasta contaminar las playas, perjudicando así a los pescadores y al turismo.

De los contaminantes que llegan al océano, gran parte procede de líquidos residuales cloacales e industriales y del drenaje de la utilizada para riego agrícola. El resto proviene de actividades portuarias y del transporte marítimo, especialmente en forma de vertidos de residuos e hidrocarburos por derrames o naufragios, o del lavado de las instalaciones de los barcos.

### **2.5.4 ¿Cómo se evita la contaminación del agua mar?**

Con el tratamiento adecuado del efluente cloacales o industrial. Lo cual consiste en reducir mediante algún proceso adecuado la carga contaminante (materia orgánica, sólidos, grasas, tóxicos, metales pesados, etc.), hasta lograr niveles permisibles en la legislación que coincidan con concentraciones que no van a perjudicar el medio en que serán descargados los efluentes.

Para cada industria debe proyectarse un sistema de tratamiento particular, los sistemas de tratamiento comprenden: Procesos físicos, como sedimentación, filtración, desbaste, etc.; procesos químicos, que involucran el agregado de productos químicos en el líquido residual; procesos biológicos, que pueden ser aeróbicos o anaeróbicos, dependiendo del tipo de microorganismos que intervengan.

### **2.5.5 ¿Cómo se mide la contaminación de un agua?**

Seleccionado el sitio de muestreo, se toma una muestra representativa y se lleva en las condiciones que fijan las normas (temperatura, envases, preservantes, tiempo, etc.) hasta el laboratorio de servicios ambientales, para analizar distintos parámetros, seleccionados de acuerdo al estudio que se quiere realizar, o al presunto origen de la contaminación de un agua natural.

Datos fundamentales son la temperatura, la acidez (PH), la salinidad y la cantidad de oxígeno disuelto que es medido en el sitio con una sonda especial. Para medir la contaminación orgánica un dato importante es medir la "demanda biológica de oxígeno" que no es más que la cantidad de oxígeno que necesita ese líquido para descomponer todos los materiales biodegradables presentes en ella. En el laboratorio se toma la muestra líquida y se la deja 5 días a 20 °C de temperatura, a la que se le mide el oxígeno disuelto antes y después para ver cuánto consumió. Se obtiene así un valor que revela la contaminación por material orgánico del agua. Otro parámetro que se mide para conocer si la contaminación viene de vertido de líquidos cloacales es la cantidad de bacterias coliformes fecales, cuyo valor es indicador del eventual contenido de microorganismos patógenos (o transmisoras de enfermedades). Para cuantificar la contaminación del agua por cualquier sustancia, se mide la concentración del contaminante, y se la compara con valores límites permisibles que establecen las legislaciones, según el uso al cual se la destine.

#### **2.5.6 Efectos de la contaminación:**

Son muy diversos y dependen del elemento contaminante. Pero entre los más visibles podemos nombrar:

- Disminución y/o desaparición de la vida acuática.
- Incremento de enfermedades hídricas (cólera, parasitosis, diarreas, hepatitis, fiebre tifoidea) o aparición de nuevas.
- Deterioro de la calidad de un curso de agua con fines recreativos (natación, buceo, windsurf, pesca, navegación, etc.).
- Ruptura del equilibrio ecológico (al desaparecer especies que servían de alimento a otras).
- Costos elevados para potabilizar el agua.

#### **2.5.7 Regulaciones y leyes ambientales:**

El Ministerio de Pesquería está en el proceso de promulgar una nueva regulación que promovería mejoras en la eficiencia de procesos y en tecnologías como la

base para un mejor desempeño ambiental. Además, los PAMA jugarán un papel creciente en lograr mejoras en el desempeño ambiental de la industria. Esto requiere que los fabricantes conduzcan auditorías ambientales de sus operaciones para proponer planes para mejoras y cumplir las normas ambientales dentro de determinados períodos legales, y luego de la aprobación del plan, su implementación, monitoreo y reporte de resultados regulares.

#### **2.5.8 Marco Legal**

- Ley General del Ambiente. Ley N° 28611 del 15.10.05.
- Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM del 31.07.08, se aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA).
- Ley General de Pesca. Ley N° 25977.

#### **2.6 Caracterización de los Efluentes:**

Los efluentes que se producen a lo largo del proceso productivo y desde los inicios de la actividad de harina de pescado han contribuido significativamente a la degradación ambiental de los ecosistemas aledaños. Gradualmente los efluentes se han venido incorporando al proceso productivo, actualmente la sanguaza y el agua de cola, son incorporados al proceso productivo y otros pasan por sistemas de tratamiento para recuperar los componentes orgánicos que se encuentran presentes, pero es evidente que la eficiencia de recuperación, en la mayoría de casos con sistemas instalados aún no son suficientes.

De acuerdo a los resultados de los monitoreo de las plantas de harina y aceite de pescado, los efluentes después de ser tratados y antes de ser vertidos al mar aun presentan niveles considerables de Aceites y Grasas, Sólidos Suspendidos (SSTs), Demanda (Biológica o Bioquímica) de Oxígeno (DBO5).

- **Demanda biológica de oxígeno (DBO5):** La demanda “bioquímica” de oxígeno (DBO), es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de

contaminación, normalmente se mide transcurridos cinco días de reacción (DBO<sub>5</sub>), y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO<sub>2</sub>/l). El método de ensayo se basa en medir el oxígeno consumido por una población microbiana en condiciones en las que se ha inhibido los procesos fotosintéticos de producción de oxígeno en condiciones que favorecen el desarrollo de los microorganismos. La curva de consumo de oxígeno suele ser al principio débil y después se eleva rápidamente hasta un máximo sostenido, bajo la acción de la fase logarítmica de crecimiento de los microorganismos.

- **Demanda química de oxígeno (DQO):** La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO<sub>2</sub>/l). Aunque este método pretende medir principalmente la concentración de materia orgánica, sufre interferencias por la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros), que también se reflejan en la medida.

A continuación se describen los efluentes que se generan en las diferentes etapas del proceso productivo.

### **2.6.1 Agua de bombeo:**

Es el efluente de mayor volumen, se origina durante el trasvase de la materia prima de la embarcación a la planta; contiene materia orgánica suspendida y diluida, aceites y grasas, sangre y agua de mar.

Los resultados de pruebas efectuadas por mostraron que el agua de bombeo contenía en promedio 3% de proteína (suspendida y disuelta) y 2% de aceite, cifras que representan oportunidades únicas para que las industrias mejoren sus rendimientos y aumenten su rentabilidad.

### **2.6.2 Sanguaza:**

La sanguaza se genera en el desagador y la poza de almacenamiento de materia prima, cuya degradación proteica se produce inmediatamente después de la muerte de la anchoveta y comienza por una acción enzimática, para continuar por una rápida acción bacteriana y procesos oxidativos de los productos de degradación. El aumento de la temperatura ambiental en verano, acelera los procesos de descomposición tanto en las bodegas como en las pozas de almacenamiento con el desprendimiento de gas sulfhídrico (H<sub>2</sub>S).

### **2.6.3 Agua de cola:**

El agua de cola es generada como un subproducto de la prensa. Su volumen y contenido cambian con la condición y tiempo del pescado. A medida que este tiene mayor tiempo de captura, mayor será la cantidad de proteína y aceite que se liberen al agua de cola durante el prensado.

El agua de cola puede representar hasta un 60% del peso de la materia prima si el pescado es fresco y aún más si éste no lo es tanto si el agua de cola no es procesada para recuperar los sólidos y aceite que contiene entonces se estará perdiendo un producto valioso y además el volumen del efluente desde la fábrica puede colmar al cuerpo receptor de agua.

Además, una planta de agua de cola hace posible recuperar la fracción sanguaza de la materia prima.

### **2.6.4 Efluentes de limpieza:**

Son los efluentes provienen de la limpieza de equipos y establecimiento industrial pesquero, contienen partículas suspendidas, aceites y grasas, agua, soda cáustica, ácido nítrico y ácido fosfórico altamente contaminantes.

### **2.6.5 Efluentes de laboratorio:**

Son los efluentes de los laboratorios de las plantas de harina y aceite de pescado se caracterizan por contener detergentes y productos químicos diluidos como: sulfato de sodio, ácido nítrico, ácido sulfúrico, etc., los que en la mayoría de

casos son considerados como desagüe doméstico y no son neutralizados. El volumen y caracterización de los efluentes de laboratorio varían en función de su grado de equipamiento, y del tipo de análisis que realicen.

#### **2.6.6 Efluentes domésticos:**

Efluentes que provienen de oficinas, servicios higiénicos y el comedor. Contienen sustancias procedentes de la actividad humana (alimentos, deyecciones, basuras, productos de limpieza, jabones, etc.).

#### **2.6.7 Agua de Enfriamiento de la Columna Barométrica:**

Es el agua de mar utilizada para efectuar vacío en la torre barométrica de las plantas evaporadoras de agua de cola, en uno de los efectos. El agua de mar permanece limpia ya que no ha tomado contacto con ninguna materia prima, luego de cumplir su función de enfriar es derivada hacia el colector general y dispuesto a orilla de playa sin tratamiento alguno porque no lo requiere, su T° es de 28°C a 35°C que se disipa rápidamente en el medio.

#### **2.6.8 Efluentes generados en las torres lavadoras de gases:**

Además de quemar residuos, los incineradores los producen: cenizas de fondo que quedan en el incinerador, cenizas volantes que son capturadas por los dispositivos de control de la contaminación y efluentes líquidos provenientes de la planta de lavado de gases.

## **2.7 Proceso de Harina de Pescado en Empresas Pesqueras Peruana**

### **La Industria Pesquera en el Perú:**

El Perú es un país pesquero por excelencia puesto que su ubicación geográfica es privilegiada y frente a sus costas convergen la Corriente de Humboldt y la Corriente de El Niño, creando ambas un ambiente propicio para la pesca y permitiendo la generación de una diversidad de recursos ictiológicos.

La pesca, como actividad extractiva, tiene una gran importancia económica en el Perú pues aun cuando representa solo el 1% del PBI, constituye el 8% del total de las exportaciones del país. Igualmente, la pesca es una fuente proveedora de alimentos para la población siendo el pescado el de mayor valor nutritivo porque contiene el 20% de proteínas, mientras que otras carnes aportan solo el 18%. Asimismo, es una fuente proveedora de materia prima para la industria de harina y aceite de pescado en donde el Perú es el mayor productor y exportador del mundo lo cual a su vez genera una fuente de empleos importante además de la generación de divisas.

Con la finalidad de garantizar la sostenibilidad del recurso anchoveta, el gobierno a través del Ministerio de la Producción (PRODUCE) y del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) han establecido el marco regulatorio idóneo que proporciona los lineamientos de control para la extracción del recurso, así se tiene un sistema de Cuotas Individuales, periodos definidos de pesca y periodos de veda creando el entorno adecuado para su reproducción. Además se tiene un control de la navegación y asistencia técnica con monitoreo satelital por parte de la Dirección de Capitanías y Puertos (DICAPI) asegurando así las condiciones adecuadas de trabajo y un control estricto de la explotación de los recursos y del cumplimiento de las normas sanitarias a través de la participación del Instituto Tecnológico Pesquero (ITP).

## **2.8 Proceso de Producción de Harina de Pescado**

### **2.8.1 Extracción de da Materia Prima:**

El respeto de las vedas, los tamaños de pesca oficiales, así como la preservación de las cinco millas marinas para la pesca artesanal, son sumamente importantes para preservar el recurso anchoveta y obtener materias primas en condiciones adecuadas para una eficiente productividad.

La implementación de sistemas de preservación a bordo de las embarcaciones anchovetas permite mantener la frescura del producto por mayor tiempo, lo que genera menos residuos (líquidos, sólidos y gaseosos) durante la descarga y el proceso, contribuyendo a la calidad final de la harina. Actualmente existen empresas que emplean embarcaciones con sistemas de preservación RSW concerniente al agua de mar refrigerada para elaborar harina de pescado “PRIME”.

### **2.8.2 Recepción de materia prima:**

La recepción de materia prima en los establecimientos industriales pesqueros se realiza a través de “CHATAS” o “MUELLES” dependiendo de la zona. Éstas se conectan a las plantas por tuberías de fierro negro o de PVC de alta densidad y están provistas de bombas, que permiten la succión del pescado, de la bodega de la embarcación al establecimiento industrial pesquero.

Los sistemas de bombeo tradicionales utilizan una relación de agua: pescado de 2.5 ó 2:1. Es decir, dicho sistema necesita 2.5 ó 2 metros cúbicos de agua para trasladar 1 tonelada de pescado, lo cual genera grandes volúmenes de agua de bombeo. Sin embargo, actualmente existen bombas denominadas ecológicas, de desplazamiento positivo y bombas de presión/vacío que requieren una relación menor o igual a 1:1. Como se mencionó anteriormente, las tuberías utilizadas para el trasvase pueden ser de fierro negro o de PVC de baja fricción. Estas últimas son las más recomendables, por ser de baja fricción y minimizan la ruptura del pescado al momento del trasvase. Asimismo, es un medio menos atractivo para las colonias de bacterias, reduciendo la exposición de la materia prima a ellas.

Las características del equipo a usarse en una fábrica pesquera dependerán de las características de la Planta (Capacidad, tipo de proceso, etc.) y de las características de los pescados que se procesan.

Los diferentes sistemas de bombeo que más se conocen en el Perú son tres, los cuales se mencionan a continuación::

- Equipo absorbente con bomba centrífuga.
- Equipo absorbente con bomba de cavidad positiva.
- Equipo absorbente por presión de vacío.
- Equipo absorbente de pistones

### **2.8.3 Tubería de Pescado:**

Generalmente comprendido por todo el tramo de varillones de tubería ya sea en fierro negro o HDPE (polipropileno), la diferencia estará en el tiempo de vida, ya que una tubería de acero está destinada para una duración aproximada de 05 a 08 años sin ningún tipo de problema, en cambio la tubería de HDPE está garantizada para un tiempo de vida de por lo menos 20 a 25 años, en ambos casos la instalación debe realizarse por personas especializadas en estos temas, ya que se puede perder toda la inversión al hundirse en el mar y/o vararse.

### **2.8.4 Desaguadores:**

- **Desaguadores Rotativos:** Conformado por tambores rotativos, los cuales exponen una malla de acero inoxidable, con agujeros de ¼” x 1” oblongos, y presentan una aleta helicoidal a todo lo largo del tambor, que realiza el avance de la materia prima hasta los transportadores de malla, colando a través de las aberturas el agua de bombeo, la cual se deriva a una poza de sanguaza, y de allí mediante una bomba centrífuga hasta los equipos Trommel, Grafica N° 07

**Grafica N° 05.** Desaguador Rotativo



**Fuente:** Elaboración propia

- **Desaguadores Vibratorios:** Estos pueden ser usados entre ambos transportadores de malla, ya que generalmente son dos unidades, esto con el fin de desaguar la mayor cantidad de agua, el zarandeo es proporcionado por el giro de un eje excéntrico además de unas poleas con contrapeso, originando con esto el movimiento oscilatorio que se necesita para poder realizar el proceso de zarandeo de la materia prima y con esto se reduce el porcentaje de agua contenido durante el proceso de bombeo, observar la Grafica N° 08

**Grafica N° 06.** Desaguador Vibratorio



**Fuente:** Elaboración propia

### 2.8.5 Transportador de Malla:

Equipo consistente en un cajón metálico dentro del cual están instalados transversalmente dos ejes soportados por chumaceras, los cuales llevan unos Sprockets y estos a su vez están conectados por una cadena transportadora de carga de rotura, la que lleva ángulos transversales de acero, empernados lateralmente a las cadenas además de sostener una malla metálica galvanizada para el correspondiente transporte del pescado.

Este transportador es movido por un motor reductor el cual está ubicado en la parte delantera y superior del equipo, conectado a través de un sistema de transmisión compuesto por piñones y cadena, lo cual dará una velocidad de transporte estimada de 1 m/seg. Que está dentro de los parámetros normales para este tipo de equipo.

**Grafica N° 07.** Transportadores de mallas



**Fuente:** Elaboración propia

### 2.8.6 Equipos Trommel o Regainers:

El agua de bombeo utilizada para el correspondiente transporte del pescado desde las embarcaciones hasta las pozas de pescado es llevada a través de las tuberías de descarga de pescado y esta agua que antes retornaba al mar, hoy en día en la mayoría de industrias pesqueras es tratada para la recuperación final de sólidos y

grasas inmersas en estas aguas, los sólidos más gruesos son recuperados a través de unos equipos REGAINERS Y/O TROMMEL ,ver Grafica N° 11, que no son otra cosa que unos cestos en acero inoxidable que están girando a una velocidad adecuada y permite la filtración del agua a través de una malla de acero inoxidable menores a 1 mm de abertura.

**Grafica N° 08.** Tolvas de pesaje



**Fuente:** Elaboración propia

### 2.8.7 Equipos para recuperación de grasas:

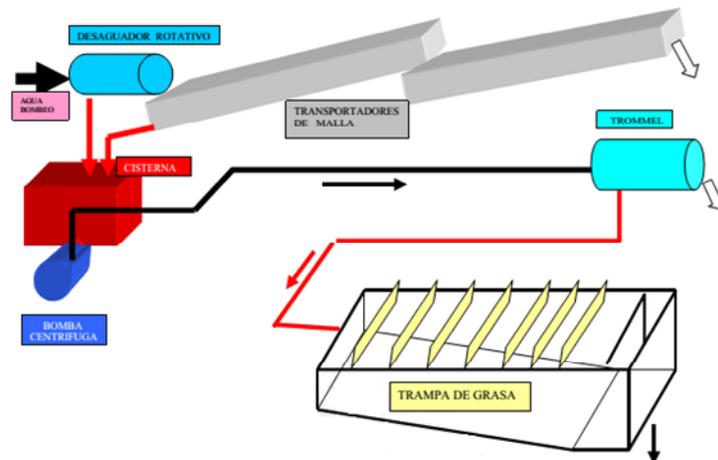
Entre los equipos para recuperación de sólidos, grasas, sangre del pescado transportado se tienen los siguientes que son los más conocidos: Trampa de grasa, Celda de flotación, Equipo krofta.

- **Trampa de grasa:** El agua de Bombeo que se utiliza en el transporte de pescado es separada a partir de los desagües rotativos, la cual cae a un cajón de concreto y/o acero y es transportada mediante bombas centrifugas hasta los Trommel, como una primera separación de sólidos y depositados en las pozas de pescado, el agua de bombeo pasante a través de la malla se introduce en la Trampa de grasa, la cual está conformada por un cajón metálico de unos 560 m<sup>3</sup> de capacidad volumétrica.

El agua de bombeo circulante ingresa a través de un fondo deslizante con una inclinación del 5% hasta llenar el tanque por completo, esta separación

de grasa en forma natural es levantada hasta la superficie por la menor densidad de la misma y esta espuma es arrastrada a por un medio mecánico, provisto de paletas las cuales arrastran la espuma hacia una canaleta colectora la cual deriva la espuma con grasa a unos tanques de decantación, para luego ser llevada a una separación más precisa a través de una separadora, esto para poder obtener un aceite del proceso de recuperación PAMA, en la Grafica N° 12, se puede observar una vista sistema recuperación de grasa

**Grafica N° 09.** Esquema del sistema de recuperación de grasas



**Fuente:** Elaboración propia

- **Celda de Flotación:**

Una recuperación de grasa sucede después de que el flujo de agua de bombeo ha atravesado la trampa de grasa, en la cual se da una separación de grasa en forma natural mientras que en la celda de flotación se da una separación gracias a la incorporación de micro burbujas en el fluido, esta separación de sólidos es generada gracias a que las micro burbujas de aire se adhieren a los sólidos y se produce la flotación de los mismos, lo que se deja

ver es una espuma, la que es recuperada a través de unas paletas de fibra, la cual es empujada hacia un tanque colector para luego ser introducida a través de una bomba de cavidad positiva y un coagulador para el agua de bombeo, lo cual hará calentar dicha espuma hasta una temperatura de unos 110 a 120 °C, que será introducida en una separadora y de allí a una maquina centrifuga para la separación del aceite de recuperación del agua de bombeo, lo que antes se eliminaba indiscriminadamente al mar, hoy en día en la mayoría de pesqueras se trata de recuperar al máximo, ya que esto incurre en ganancia para la empresa pesquera, así como también la reducción de la contaminación de nuestro océano.

La celda de flotación, dependiendo del tipo modelo y fabricante puede variar estructuralmente, pero la condición importante es la generación de micro burbujas, las cuales se pueden generar de diferentes formas.

- **Equipo Krofta:**

Este equipo está compuesto de un tanque en acero inoxidable en el cual se recepciona el agua de bombeo que primeramente ha sido tratada en una primera etapa de recuperación de aceite por medios naturales, para ingresar al equipo KROFTA cuyo flujo de agua de bombeo se le ha separado los sólidos en suspensión más pesados mediante la trampa de grasa y mediante el KROFTA la separación de los sólidos es a través de un medio artificial de insuflación de aire, mediante tubos de dilución tal como se explico anteriormente.

La recolección de espuma se realiza mediante un cucharón que va girando alrededor del estanque encima de un carro mecánico que le sirve de transporte y gira alrededor del eje del tanque, tal como se muestra en la Grafica N° 12.

**Grafica N° 10.** Vista panorámica del Equipo Krofta



**Fuente:** Elaboración propia

#### **2.8.8 Almacenamiento de la Materia Prima en Pozas:**

Esta etapa abarca desde los toboganes de distribución hasta el tolvín pulmón de distribución a los cocinadores, comprende: los toboganes de distribución, pozas, transportador helicoidal colector de pozas, elevador de paletas, tolvín de cocina. El pescado es almacenado en las pozas. Estas pozas tienen un colector que alimenta a un sistema elevador de rastra a tolva de cocinadores.

#### **2.8.9 Cocinado:**

El alcance abarca desde los transportadores helicoidales de alimentación de cocina hasta la salida de las mismas y comprende los siguientes equipos: transportadores helicoidales alimentadores a cocinadores, chute de entrega a pre-strainers.

Los cocinadores son alimentados con materia prima mediante los transportadores helicoidales. El principio básico de esta operación es: coagular proteínas y liberar grasas. El pescado es cocinado a temperatura de 95°C – 98°C y el tiempo de residencia es de 10 a 12 minutos aproximadamente.

### 2.8.10 Prensado:

Esta etapa corresponde a un proceso de prensado mecánico de la materia prima proveniente del cocinador, el objeto es la obtención de un keke con mínima cantidad de agua y grasa y un caldo conteniendo sólidos. La operación se desarrolla en tres prensas de doble tornillo que consiste en dos cilindros huecos concéntricos. Cada cilindro lleva fuertemente sujetas unas placas de acero inoxidable que tienen la función de tamiz. Los dos tornillos helicoidales de la prensa tienen forma ahusada y su paso varía de modo tal que dicho paso es máximo en el extremo más fino del cilindro. Los tornillos funcionan en direcciones opuestas. La materia entra por la parte de menor diámetro del cilindro y va hacia la más ancha.

- **Separación de sólidos de caldo de Prensa:** Para esta operación se emplean centrífugas horizontales consistentes en un rotor cilíndrico en el cual el licor de prensa es tratado térmicamente entran al rotor y, debido a la fuerza centrífuga, es proyectado hacia la periferia de la cubeta, en donde los sólidos más pesados quedan rápidamente precipitados a lo largo de la superficie interna del rotor. Un transportador de tornillo helicoidal expulsa constantemente los sólidos precipitados.
- **Centrifugación - Separación del Aceite:** La operación se realiza en centrífugas en las cuales el licor procedente de la separadora ingresa a la centrífuga de disco vertical del tipo de auto limpieza en el que el agua de cola sale constantemente, al mismo tiempo que los lodos quedan en la cubeta y se expulsan periódicamente. El principal elemento de la cubeta es una pila de discos cónicos superpuestos, el aceite pasa por el disco dirigiéndose hacia el centro y sale por los orificios de la boca superior hacia un tanque de almacenamiento.
- **Concentración de Agua de Cola:** El agua de cola se concentra para ser incorporada en el keke de prensa. Esta operación se realiza en evaporadores de 4 efectos para lo cual se tienen dos plantas evaporadores, una de ellas de

tubos inundados en el cual el medio calefactor de la primera etapa es el vapor del caldero y en las siguientes etapas es aquel generado de la concentración de los efectos anteriores, la operación es contracorriente. La segunda planta evaporadora trabaja a contracorriente en la cual el agua de cola se arrastra mediante película perimetral en los tubos, para el primer efecto se utilizan los vahos de los secadores a vapor y para el segundo efecto y los siguientes efectos trabajan con la evaporación de los efectos anteriores ayudados por un vacío.

#### **2.8.11 Línea Secado Indirecto a Vapor:**

- **Pre-secado:** En esta primera etapa se pre-seca el keke mediante secadores a vapor rota discos hasta aproximadamente el 32% , estos consisten en una camisa cilíndrica fija y un rotor, ambos calentados con vapor, está equipado con discos a través de los cuales circula vapor, la carga avanza por rebose, la energía es entregada por conducción. El agua evaporada se elimina con el aire que expulsa a través del secador un ventilador centrífugo hacia la Planta Evaporadora ayudado el exceso por un exhaustor de vahos.
- **Secado:** La operación consiste en secar la carga hasta niveles en que el agua remanente no permita el crecimiento de microorganismos, para ello se cuenta con secadores de aire caliente, el mismo que funciona con un caldero de aceite térmico que circula por un radiador y haciendo pasar aire en tiro forzado por un ventilador.
- **Enfriado:** El producto deshidratado debe ser enfriado a fin de detener reacciones químicas, bioquímicas y biológicas que tienen lugar en el proceso. El enfriamiento se lleva a cabo en un tambor rotativo en la cual la harina durante el transporte se irá enfriando.

- **Molienda:** Tiene como finalidad uniformizar el producto, para lo cual se utilizan molinos de martillos, en los cuales la harina se desintegra por el impacto de los martillos, que giran rápidamente en torno a unos cilindros horizontales. El rotor lleva una rejilla que retiene la harina hasta que es lo suficientemente fina como para poder pasar por los orificios.
- **Adición de Antioxidante:** La harina se estabiliza mediante la adición de antioxidante en un transportador mezclador de tornillo helicoidal mediante una bomba de dosificación por pulverización con aire. El antioxidante empleado es Etoxiquina líquida y la dosis usual es de 650 ppm.
- **Pesado y Ensaque:** La harina se pesa en una balanza neumática regulada 50Kg con pistones y aire la cual es colocada en un saco blanco laminado o negro sin laminar de polipropileno y cerrado con máquina de coser de cabezal fijo o de mano según sea el caso.
- **Almacenamiento de Producto Terminado:** La harina envasada es transportada mediante camiones, hasta el almacén de productos terminados, donde se forman en rumas de 1000 sacos (50 Tm) sobre terreno tratado sanitariamente, permaneciendo hasta la fecha de embarque. Es importante resaltar que después de un tiempo prolongado de almacenamiento de dos ó tres meses; el análisis de antioxidante debe arrojar un remanente mínimo de 150 ppm para fines de exportación. Las rumas se estiban sobre mantas de PVC y traslapadas con una segunda manta de protección contra cualquier contaminación y lluvias.

#### 2.8.12 Pama:

Esta zona abarca desde los recuperadores rotativos regainer o trommel hasta el emisor submarino y consta de los siguientes equipos: Desaguadores rotativos, regainer, tubos de dilución, bombas de recirculación, tanque Krofta, tanque Coagulador, separadoras, centrífugas, tanques decantadores de aceite, tanques de

almacenamiento de aceite, bomba de agua al emisor, emisor submarino. Comprende tres fases de tratamiento secuencial:

- **Tratamiento Primario (Recuperación de Sólidos):** El agua de bombeo proveniente de la descarga de pescado es drenado por los desaguadores rotativos Trommel y se colecta con lo que cae por los transportadores de malla, pasando este flujo por los desaguadores rotativos regainer con malla, para recuperar las escamas y sólidos mayores de 1 mm de diámetro, e incorporarlas a la poza de pescado.
- **Tratamiento Secundario (Recuperación de Grasas):** Después de separado las escamas y sólidos, el caudal sigue su curso e ingresa al tanque Krofta para recuperar grasas con la aplicación de microburbujas de aire. Este equipo trabaja bajo el principio de velocidad cero y hace flotar la nata de aceite por diferencia de densidades.

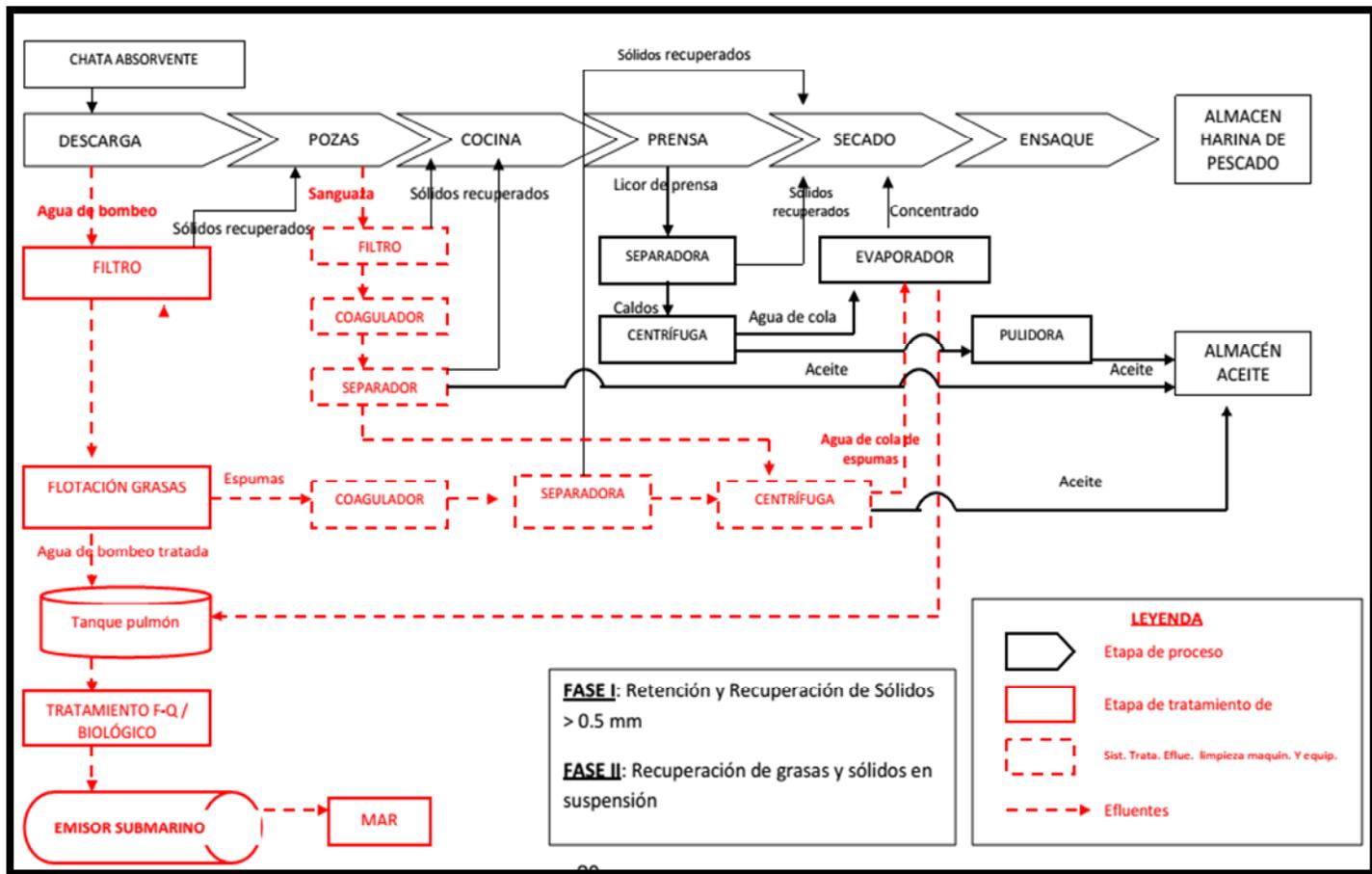
Esta nata es calentada por medio de vapor directo en un tanque coagulador y una vez que alcanza la temperatura de 90°C, pasa a una separación de sólidos, y luego a una centrifugación para la obtención de aceite; el cual es enviado a unos tanques de paso para el respectivo drenaje y posteriormente almacenado en los llamados tanques de aceite PAMA.

- **Tratamiento Terciario (Emisor Submarino):** Después del tratamiento primario y secundario el agua finalmente es enviada al emisor submarino mediante una bomba centrífuga de 12"x10" de 600 m<sup>3</sup>/h, a través de una tubería de acero al carbono de 12"x1500 m de longitud.

Ya conocidos, en términos generales el proceso productivo, los productos y las personas involucradas con la empresa y a modo de ir visualizando los problemas ambientales de esta organización, se hará una lista de los puntos críticos que producto de la diaria operatoria de esta fábrica causa algún impacto ambiental en el medio ambiente y de esta forma dar respuesta al porque esta empresa debe aplicar los instrumentos estipulados en el Sistema

de Gestión Ambiental y adoptar las acciones correctivas de mejoramiento continuo que le permitirán certificarse bajo la norma ISO 14.000.

**Grafica N° 11.** Proceso de harina y Aceite de pescado COPEINCA SAC-Chimbote.



Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO III

# ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO DEL PROCESO ACTUAL

### **3.1 Análisis de la Situación Actual:**

Corporación Pesquera Inca (COPEINCA ASA) fue fundada en julio de 1994. Sus socios fundadores principales fueron Luis Dyer Ampudia, Rosa Coriat Valera, Edward Dyer Ampudia y Samuel Dyer Ampudia. Ese mismo año adquirimos la primera planta para la producción de harina y aceite de pescado, ubicada en la bahía de Bayóvar, departamento de Piura, y contaba con una capacidad de 68 TM /h. Para 1995 COPEINCA ASA inició sus operaciones de producción. A fines de 1996, adquirimos nuestras tres primeras embarcaciones, con lo cual obtuvimos una capacidad de bodega total de 600 TM.

Para el año 2000 se adquirió una planta de harina de pescado de 50 TM /h ubicada en Caleta Vidal, Supe, y dos embarcaciones con 670 TM de capacidad de bodega combinada. Esto marcó el inicio de nuestra expansión a lo largo del litoral peruano.

Durante el segundo semestre del año 2002, iniciamos la construcción de una planta de harina de pescado de 50 TM /h en el estratégico puerto de Chicama. También en el 2002, en Bayóvar construimos nuestra primera planta de harina de pescado especial secada a vapor, con 50 TM /h de capacidad. Esta planta inició su producción durante la primera temporada de pesca del 2003. Como intento de asegurar el autoabastecimiento de materia prima para las plantas, también adquirimos cuatro embarcaciones adicionales, con 880 TM de capacidad de bodega.

En 2003 los dos grupos familiares Dyer-Coriat y Dyer-Osorio-Fernández, accionistas del 100% de COPEINCA ASA en ese momento, tomaron una serie de medidas orientadas hacia el fortalecimiento la empresa y el logro de su desarrollo sostenido. La medida más importante fue la implementación de buenas prácticas de gobierno corporativo, que incluyó la elaboración de protocolos familiares que abarcaban los temas de sucesión, la profesionalización de los cargos de la gerencia y el directorio, la inclusión de directores externos independientes, y la creación de diversos comités en el directorio. A fines del año 2003, iniciamos el traslado de las

dos plantas ubicadas en Supe hacia el puerto de Chicama, a fin de incrementar la capacidad de esta última planta a 120 TM /h.

En 2004 con el objetivo de continuar nuestra expansión en el litoral peruano, alquilamos dos plantas de harina de pescado. Una está ubicada en Chimbote, con una capacidad de 65 TM /h de harina FAQ y 25 TM /h de harina SD; y la otra en Casma, con una capacidad de 80 TM /h de harina SD. Adquirimos dos embarcaciones con 730 TM /h de capacidad, y adquirimos los primeros cuatro sistemas de bombeo al vacío Transvac a través de un crédito del Exim Bank, USA. Este fue el primer crédito otorgado por dicha entidad al sector pesquero en más de 8 años, siendo ésta una señal clara de confianza en COPEINCA A.S.A.

Hacia el final del año, COPEINCA A.S.A decidió adquirir e implementar el sistema SAP y nombró a IBM para implementarlo. La inversión alcanzó USD 2.5 millones. En 2005 logramos estructurar un financiamiento considerable por el monto de USD 31 millones con el CreditSuisse, lo cual nos permitió mejorar el perfil de nuestra deuda, y sobre todo, realizar la compra del 100% de las acciones de la pesquera Del Mar S.A. Con estas facilidades de crédito también pudimos hacer efectiva la adquisición de los activos del Grupo Tauro, los cuales incluían una planta de harina SD de 80 TM/h en Casma y cinco embarcaciones con 1,800 TM de capacidad de bodega.

En 2008 nos enfocamos en culminar la fusión de todas las empresas adquiridas, optimizar sus operaciones, y mejorar la eficiencia de la Empresa como un todo, para así seguir cumpliendo con nuestra visión de convertirnos en un líder mundial en el sector pesquero. A fines del año, se aprobó la legislación para la implementación de la Ley sobre los Límites Máximos de Captura por Embarcación, también conocida como la “Ley de la Cuota Individual (ITQ)”, que trata sobre la pesca de anchoveta para la producción de harina de pescado. A pesar de haber enfrentado una crisis financiera mundial desde el segundo semestre del 2008, logramos cerrar el año de acuerdo con nuestras proyecciones.

En el 2010 estuvimos enfocados en terminar la reestructuración del uso de nuestros activos y la primera parte de un Plan de Inversión de dos años por USD 80 millones. USD 55 millones del Plan de Inversión fueron empleados en nuestras plantas y embarcaciones, para lograr mejorar nuestros rendimientos de producción, mientras cumplimos con los nuevos reglamentos ambientales.

Los volúmenes fueron significativamente menores debido a dos moderados “El Niño” y “La Niña”, sin embargo la calidad de la producción y el rendimiento tuvo un aumento importante comparado con años anteriores.

En el 2011 aprovecharemos totalmente los beneficios de la Ley ITQ (Límites Máximos de Captura por Embarcación). Operaremos con 26 embarcaciones, 5 plantas y 1,400 colaboradores comparados con 64, 12 y 2,200 respectivamente en el 2008. Esto permitirá a la Empresa obtener mejores rendimientos, producir 100% SD de harina de pescado, y por lo tanto, vender a precios más altos.

### **3.2 Plantas de COPEINCA:**

La corporación pesquera inca cuenta con las siguientes planta como se puede apreciar en el grafica N° 11.

**Grafica N° 12.** Plantas de Copeinca en el Perú.



**Fuente:** Corporación COPEINCA S.A.C

Sin embargo nos centraremos en la planta de Chimbote

**Grafica N° 13.** Plantas de Copeinca-Chimbote



**Fuente:** Corporación COPEINCA S.A.C

### 3.3 Descripción Del Proceso:

La CORPORACIÓN PESQUERA INCA S.A.C (COPEINCA) tiene cuatro descargas, dos que se encuentran ubicados en la chata y dos en el muelle.

#### 3.3.1 Descarga en Chata y Muelle:

Este comprendido con dos equipos de bombes “Presión al vacío y bombeo al vacío Transvac”, que están instalados en la zona de descarga chata y muelle, teniendo una descarga de 200Tm/H, ambos equipos incluyen:

- Bomba de ceba, se necesita para crear vacío en el tanque serado, mediante un inyector y flujo de agua.

- Bomba de agua, para incluir agua a la bodega del barco y así poder succionar el pescado de la misma, también sirve para el lavado de las bodegas del barco.
- Unidad Hidráulica, necesaria para inyectar aceite a presión al motor hidráulico que esta acoplado a la bomba tornillo.
- Motor a Combustión necesario para generar la potencia necesaria para dar movimiento a todo el sistema.

**Grafica N° 14.** Descarga en Chata



**Fuente:** Elaboración propia

**Grafica N° 15.** Descarga en Muelle



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3.2 Sistema de tubería

Generalmente esta comprendió por tuberías de HDPE (polipropileno) de 16” pulgadas tendido a 300 metros hasta la planta, en la grafica N° 16 se puede apreciar.

**Grafica N° 16.** Tuberías de HDPE



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3.3 Desaguadores:

Los cuatro desaguadores de cada línea hacen una descarga de 150 a 180 TN, se instalaron desaguadores rotativos conformados por tambores rotativos que se obtiene al giro de un motor de 9HP, a los cuales expone una malla de acero de agujero de ¼” x 1” oblongo y presenta una aleta helicoidal a todo lo largo del tambor.

**Grafica N° 17.** Desaguador rotativo.



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3.4 Pozas de agua sanguaza:

Después del proceso desaguadores se vierten el agua con residuos sólidos y agua blanca siendo vertidas ambas aguas al mismo poza, se derivan mediante tuberías HDPE de 18” a los tanques de 100 a 250m<sup>3</sup>, todo el llenado de agua es por gravedad.

**Grafica N° 18.** Poza de Agua sanguaza



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3.5 Bombas de agua de sanguaza:

Para poder bombear el agua de sanguaza a los trommel que están instalados a 13m de altura, se hace bomba desde el tanque de almacenamiento mediante 2bomba centrifuga de 25HP con capacidad de descarga de 1000m<sup>3</sup>/h, conectado a un manifold es llevado mediante tuberías HDPE de 18” a los trommel de 0.5mm, que distribuyen a 4 válvulas de ingreso a los trommel.

**Tabla N° 01.** Característica de bomba centrífuga.

<b>Bomba Centrífuga</b>	
Aislación	IP54
Alimentación (V)	220 - 50 Hz.
Altura Máxima (m)	52
Caudal Máximo	1000 m <sup>3</sup> /h
Motor	25 HP
Protector Térmico	Si
Temperatura Máx. Del Agua	60°
Usos	Elevación de agua
Velocidad En Vacío	2900 min <sup>-1</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

**Grafica N° 19.** Bomba centrífuga



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3.6 Válvulas de ingreso:

Para poder graduar el ingreso de agua a los trommel de 0.5 y 0.3 mm, es accionado la válvulas por actuadores mecánicos a las 4 válvulas tipo mariposa con presión de 150psi, de espesor de 16" pulgadas, para poder realizar esta operación el operado abre directamente las 4 válvula de trommel de 0.5mm y 4 válvulas de los trommel 0.3mm.

**Grafica N° 20.** Válvulas mecánicas



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3.7 Recuperación de sólidos con equipos Trommel en Cascada:

El equipos trommel en casca separa sólidos, no son otra cosa que unos cestos en acero inoxidable que están girando a una velocidad adecuada y permite la filtración del agua sanguaza a través de una malla de acero inoxidable de 0.5 y 0.3 mm de abertura, todo agua bombeada con solido pasa al trommel de 0.5mm, y los sólidos menores a 0.3mm pasan al siguiente filtrado mediante esta malla, el agua de sanguaza fritada pasa a la

siguiente fase de recuperación de grasa y separación de aceites. Los sólidos filtrados pasan a un colector de sólidos siendo transportados por TH.

Para poder hacer girar el trommel es impulsado por un motor-reductor de 7.5HP con índice de reducción 1750 – 59 rpm y conectados a unos polines.

### **3.4 Análisis de la causa-raíz:**

Dado que en nuestro país las empresas pesqueras que utilizan los recursos hidrobiológicos marinos y generan aguas de bombeo o sanguaza son muchas, queremos centrarnos en la etapa de filtrado de sólidos en la empresa pesquera COPEINCA. En esta etapa de filtrado no centraremos en el problema de uso innecesario de equipo y energía para el proceso de eliminación de sólidos por filtros Trommel.

### **3.5 Efectos:**

Entre los efectos de este problema encontramos las siguientes:

- Filtrado innecesario de agua.
- Uso innecesario de filtros.
- Consumo innecesario de energía

#### **3.5.1 Filtrado innecesario de agua**

En el proceso de bombeo de pescado desde chata hasta planta, el medio que permite fluir el pescado es el agua. Esto genera materia orgánica suspendida y diluida, aceites y grasas, sangre y agua de mar, la cual necesita ser filtrada y tratada para poder regresarla al mar, pues supera los niveles de concentración de sólidos aceptables por los estándares nacionales ambientales de calidad que son de 500 mg/l.

En la corporación COPEINCA S.A.C. de la ciudad de Chimbote el volumen de agua filtrada fue de 134,721.8 m<sup>3</sup> en el periodo del 17 de mayo al 14 de julio. Adicional a ello se filtraron 18,266 m<sup>3</sup>, los cuales no necesitaban ser filtrados generando gasto de insumos químicos para ser tratados en las

siguientes etapas del proceso. En la Tabla N°5, muestran los volumen filtrados y los gastos generados en insumos y recursos.

**Tabla N°02. Costo de operaciones.**

<b>COSTO DE OPERACIÓN DE PROCESO DE PURIFICACION</b>	
	<b>USD \$</b>
<b>INSUMOS QUIMICOS</b>	<b>11113.0344</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>3249.097473</b>
<b>ENERGIA ELECTRICA</b>	<b>323.48</b>
<b>TOTAL \$ + IGV</b>	<b>14685.61187</b>

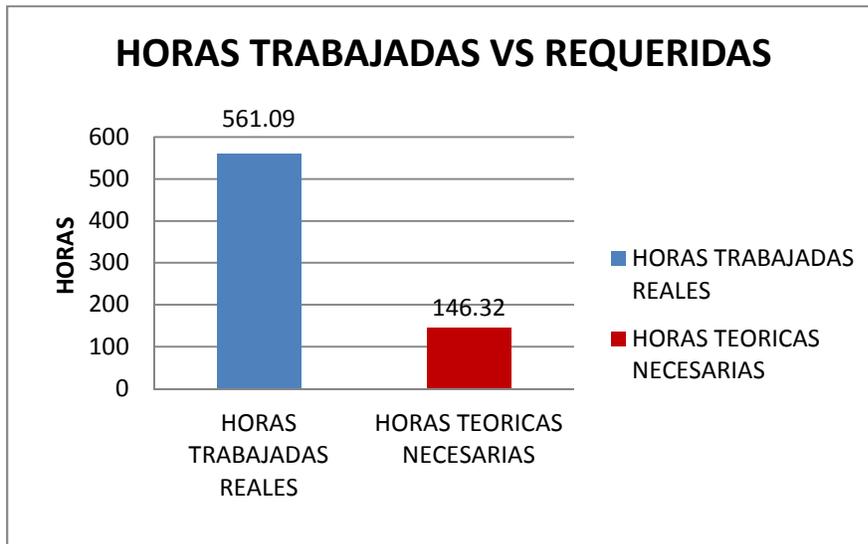
**Fuente:** Corporación COPEINCA S.A.C

### **3.5.2 Uso innecesario de filtros:**

El agua de bombeo o sanguaza que llega a planta, y la que se genera en el proceso de transporte de pescado, que supera la concentración de sólidos suspendidos es llevada a una poza de tránsito. Dado que el proceso es manual, el operador se encarga de bombear todo el volumen de agua de sanguaza al sistema de recuperación de sólidos en cascada a través dos bombas centrifugas de 1000 m<sup>3</sup>/h.

Sin embargo el flujo y el nivel no son medidos, por lo que el operador determina la cantidad de bombas y de filtros a utilizar, encendiéndolos en muchas ocasiones de manera innecesaria. Según muestra el Grafica N°1, los filtros trabajaron 561.09 horas, pero para filtrar el volumen de agua solo debieron de trabajar 146.43 horas.

**Grafica N° 21.** Horas de trabajo teóricas vs reales



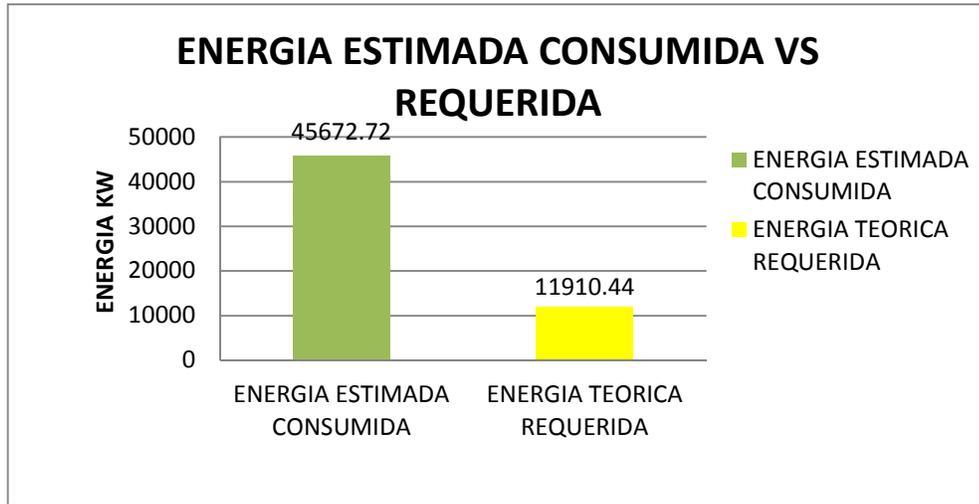
**Fuente:** Corporación COPEINCA S.A.C

### 3.5.3 Consumo innecesario de energía:

El agua de sanguaza es bombeada al sistema de recuperación de sólidos, filtrando en una etapa inicial por filtros trommel de 0.5mm de malla, quedando solo sólidos tienen tamaños iguales y mayores a 0.5mm. El agua es reingresada a los filtros trommel de 0.3mm de malla, atrapando sólidos más pequeños. Cuando los filtros realizan este circuito de filtrando con menos de su capacidad de filtraje, consumen más energía de lo necesario.

Según el Grafica N°2 la energía consumida por el trabajo de los filtros fue de 45673 Kw, sin embargo para filtrar el volumen de agua de la temporada, solo debió de consumir 11919 Kw estimado.

**Grafica N° 22.** Energía estimada consumida vs requerida.



**Fuente:** Corporación COPEINCA S.A.C

## CAPITULO IV

# DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE RECUPERACIÓN DE SÓLIDOS

En este capítulo se describirá el diseño sugerido para la automatización del sistema de recuperación de sólidos, indicando la instrumentación y equipos necesarios para lograr este objetivo, mostrando los distintos sensores que se necesitan, también se verán los actuadores necesarios y controlador a usar, notando como la electrónica ayuda a que los procesos que se realizan de manera manual puedan realizarse de manera automática, mejorando la calidad de proceso, facilitando la labor del personal encargado y contribuyendo a la mejora de la planta.

#### **4.1 Lazos de Control:**

Según el análisis hecho en campo, para automatizar el proceso de recuperación de sólidos, sugerimos la implementación de un sistema automatizado con tres lazos de control: Concentración, Nivel, Flujo.

#### **4.2 Lazo de Control de Concentración:**

Como ya se ha mencionado en la realidad problemática se necesita determinar si el agua que se bombea a planta supera los niveles de concentración aceptables menores a 500 mg/l para ser filtrado.

Nuestra propuesta de solución a este problema es la instalación de un sensor de concentración en cada una de las cuatro líneas de bombeo, tal y como muestra el plano de instrumentación, ver **grafica** N° 23.

Cuando se inicia el proceso de descarga, el recorrido de 300 metros de tubería por donde se bombearan los pescados se encuentra lleno de agua, esta agua no supera los niveles de concentración aceptables (agua blanca), pues sirvió para la limpieza de la tubería.

Iniciado el bombeo de pescado de la bodega de la embarcación, el volumen de agua almacenada en la tubería debería de ser enviada a la poza de agua blanca. El sensor verificara los niveles de concentración, enviando la señal al controlador, el cual enviara una señal de control para la apertura de las válvulas neumáticas las cuales se abrirán permitiendo el paso del flujo de agua hacia la poza de agua blanca.

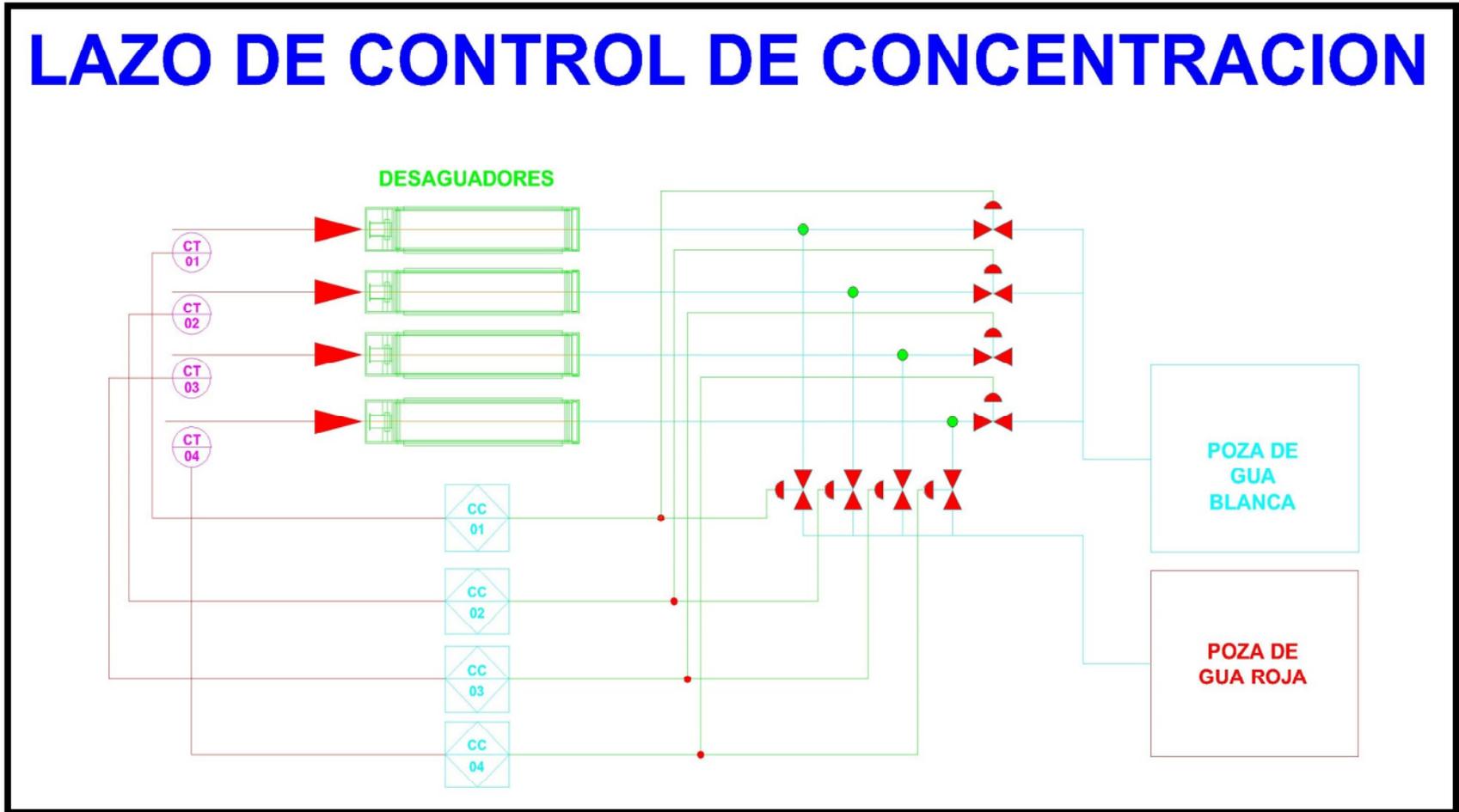
Cuando el sensor detecte que los niveles de concentración aumentaron enviara una señal de control para cerrar las válvulas de la poza de agua blanca, a la vez que envía una señal de apertura de las válvulas de la poza de agua roja (agua con niveles superiores de concentración permitidos) permitiendo el paso del flujo de agua, el cual será filtrada y purificada para su posterior reingreso al mar.

Terminada la descarga de pescado se inyectara nuevamente agua para terminar de bombear todo el pescado que queda en la tubería, cuando el sensor detecte los niveles de concentración bajos enviara una señal al controlador, este nuevamente enviara una señal de control para el cierre de las válvulas de poza de agua roja, terminado el proceso.

Este ciclo se repetirá cada vez que se realicen descargas discontinuas, es decir cuando termine la descarga de una embarcación y no haya otra para descargar de manera seguida. Pero si hubiera embarcaciones en espera para descargar de forma seguida, las tuberías no necesitaran ser limpiadas pues el bombeo de pescado de la siguiente embarcación sacaría el volumen de agua con pescados de la anterior embarcación.

Esta es la razón por la que consideramos que los sensores de concentración necesitan ir en la parte final de los 300 metros de tubería de HDPE de 16” de diámetro, por que podrán determinar el nivel de concentración al final de cada descarga.

Grafica N° 23. Lazo de control de concentración



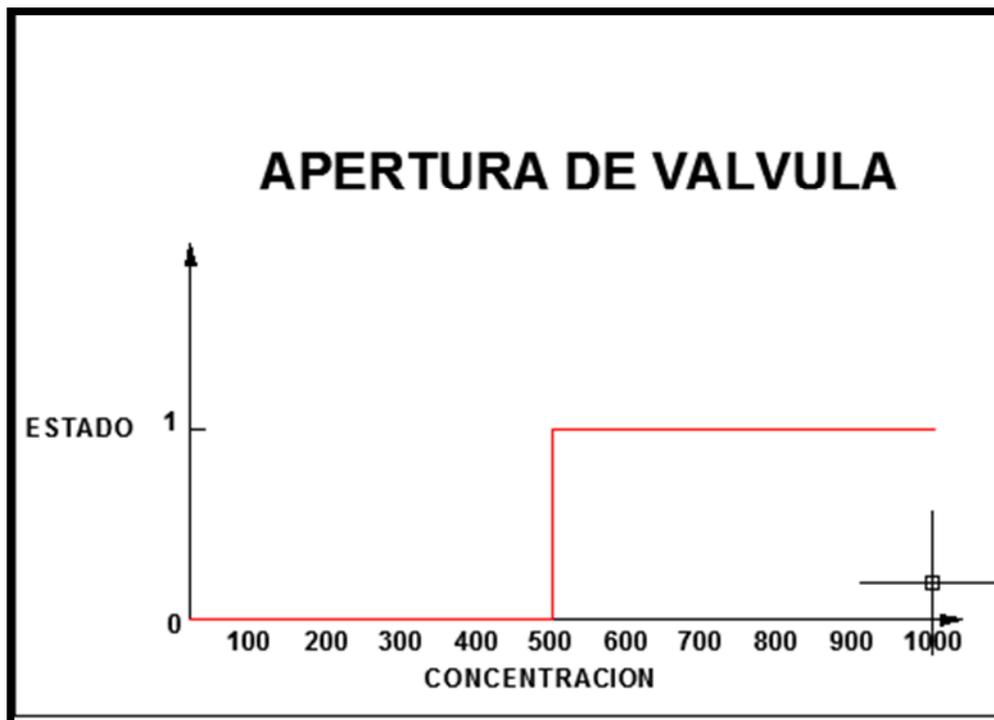
Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1 Tipo de Control:

La elección de este tipo de control se da en función a que durante la selección de agua con niveles de concentración, permitir que cierta cantidad de líquido a controlar ingrese a una poza diferente a que corresponde no afecta de manera considerable el volumen general.

Los controladores ON-OFF, también llamados de encendido/apagado o todo/nada, son los sistemas de control más básicos. Estos envían una señal de activación o de encendido cuando la señal de entrada es mayor que un nivel de referencia definido previamente, y desactivan la señal de salida cuando la señal de entrada es menor que la señal de referencia y/o viceversa, y para este lazo de control en particular es aplicable.

**Grafica N° 24.** Estado apertura de válvula



**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.2.2 Instrumentación Utilizada:

El lazo de control de concentración requiere de la siguiente instrumentación

- **Sensor de concentración**

El sensor de concentración/densidad es un instrumento desarrollado para la medición en continuo de concentración y densidad de procesos industriales.

El sensor de concentración a usar Turbidity Probe TU810/8105, su aplicación en línea tiene rango de 0 – 4000 NTU.

**Grafica N° 25.** Características sensor Turbidity probe TU810



<b>Range:</b>	0/4000 NTU
<b>Resolution:</b>	0.001 on scale 0/4.000 NTU 0.01 on scale 0/40.00 NTU 0.1 on scale 0/400.0 NTU 1 on scale 0/4000 NTU
<b>Accuracy:</b>	± 5% of reading on 0/400 NTU ± 10% of reading on 400/4000 NTU
<b>Response Time:</b>	10 sec.
<b>Measuring Method:</b>	Nephelometric (ISO 7027 - EN 27027)
<b>Light Source:</b>	LED I.R. 890 nm
<b>Preamplifier:</b>	built-in
<b>Power:</b>	±12 Vdc from TU 7685
<b>Ambient Temperature:</b>	0 to 50 °C
<b>Sample Temperature:</b>	0 to 50 °C
<b>Sample Pressure:</b>	6 bar max. at 20 °C
<b>Connector:</b>	IP 67
<b>TU 810 Body Material:</b>	PVC
<b>TU 8105 Body Material:</b>	PVDF
<b>O Ring:</b>	NBR (Acrylat Nitrile)
<b>Optical Window Material:</b>	Acrylic
<b>Diameter:</b>	40 mm
<b>Cable Length:</b>	100 M Max

**Fuente:** Elaboración propia

- **Válvulas tipo mariposa ON – OFF:**

Para realizar el lazo de control las válvulas que se requieren son tipo mariposa, con actuador neumático. Las válvulas BRAY son muy comerciales, y se adaptan la a necesidad por lo que son muy usadas en las industrias.

A continuación se describen las características de estas.

**Grafica N° 26.** Válvula tipo mariposa.



**Fuente:** Elaboración propia

**Características del diseño:**

- Cuerpos de wafer y orejados de fundición de hierro, con recubrimiento de poliéster.
- Conexión de disco y vástago con diseño de doble “D” que no necesita tuercas ni pernos de disco para conectar el vástago al disco sin posibilidad de fugas a través de la conexión de disco/vástago

- Diseño de asiento “canal y lengüeta”, de sello primario y de O-ring moldeado para poder instalar según bridas soldadas y “de insertar”. El asiento deberá encapsular totalmente al cuerpo sin necesidad de empaques.
- Disco maquinado esféricamente con el filo pulido a mano para un torque mínimo y una capacidad de sello máxima.
- Equipado con un buje no corrosivo y un sello que se ajusta automáticamente.
- Bi-direccional y probada a 110% de su capacidad especificada.
- Rangos de Presión Bi-direccionales: Válvulas de 14"-20": 150 psi.
- Cuerpos de orejada para servicio terminal: Con bridas instaladas sin corriente hacia abajo o asientos no vulcanizados Válvulas de 14" – 20": 50 psi.

- **Actuador neumático**

**Grafica N° 27.** Actuador neumático BRAY



**Fuente:** Elaboración propia

Los actuadores de las series 92/93 de Bray son actuadores de pistones opuestos de piñón y cremallera disponibles en dos versiones: de acción doble para una rotación de 90°, 135° y 180°, y de retorno con resorte para una rotación de 90°.

Los actuadores de las series 92/93 fueron diseñados originalmente para que funcionen de forma neumática hasta una presión máxima de 140 psig (10 bar) y para rangos de temperatura de -20 °F (-29 °C) a +200 °F (+95 °C).

Todas las unidades de acción doble y de retorno con resorte son adecuadas tanto para aplicaciones de estrangulamiento como aplicaciones de cierre o apertura. Como opción, hay actuadores que pueden accionarse a través de otros fluidos tales como aceite hidráulico o agua. Los actuadores de las series 92/93 están completamente revestidos y autocontenidos. Las distintas características minimizan el mantenimiento y proporcionan un montaje y un desmontaje seguro y simple.

Selección del material.

- Cuerpo: Aleación de aluminio extruido, anodizado / Acero Inoxidable 316
- Tapas de los extremos: Aleación de aluminio fundido a presión con recubrimiento de poliéster resistente a la corrosión / Acero inoxidable 316.
- Pistones: Aleación de aluminio fundido a presión
- Eje de salida/ Piñón: Acero al carbono, cincado
- Parada de recorrido: Acero Aleado
- Cojinetes del eje: Acetal
- Guías de pistones: Acetal
- Sujetadores: acero inoxidable
- Resortes: resortes de acero con recubrimiento protector
- Sellos de justa Tórica de pistón: Buna – N

- **Solenoides de control:**

Las solenoides de control son pieza clave para el accionamiento de las valvulas con actuador neumatico. Para nuestro diseño sugerimos los solenoides de control de la serie 63 de bray.

Estos se pueden utilizar con actuadores de retorno con resorte o de accion doble cuando se requiere una operación electrica de sierra o apertura. Las unidades tienen conexiones para conductos NTP de ½”, y las unidades IP65 tienen conecciones PG9 para casquillos prensacables, disponibles tambien con adaptadores para conductos NTP ½”.

Caracteristicas:

- Compacto.
- Modular.
- Accionado por piloto.
- Convertible de 3/2 a 5/2.
- Retorno con resorte o acción doble.

Las solenoides son de acero inoxidable, pueden tener comunicación por BUS y estar disponibles para protocolos Devicenet y Profibus PA, también en AS-I.

Un detalle interesante de estas electroválvulas es que son montables sobre los actuadores neumáticos de BRAY. Las boninas de trabajo pueden ser de 12, 24, 120, 220 vac de 50-60 Hz.

**Grafica N° 28.** Electroválvula serie 63 BRAY



**Fuente:** Elaboración propia

- **Controlador:**

**Grafica N° 29.** PLC S7- 1200



**Fuente:** Elaboración propia

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización.

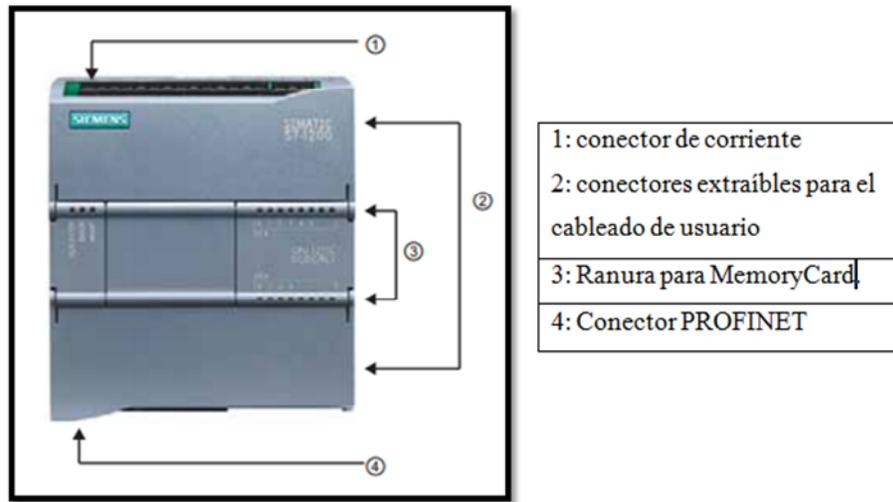
Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC.

Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

Numerosas funciones de seguridad protegen el acceso tanto a la CPU como al programa de control. Toda CPU ofrece protección por contraseña que permite configurar el acceso a sus funciones. La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Los módulos de comunicación están disponibles para la comunicación en redes RS485 o RS232.

**Grafica N° 29.** Modulo de comunicación



**Fuente:** Elaboración propia

**Grafica N° 30.** Características CPU.

<b>Función</b>	<b>CPU 1211C</b>	<b>CPU 1212C</b>	<b>CPU 1214C</b>
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
Memoria de usuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 KB</li> <li>• 1 MB</li> <li>• 2 KB</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 KB</li> <li>• 2 MB</li> <li>• 2 KB</li> </ul>
E/S integradas locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 entradas/4 salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 entradas/6 salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul>
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)		
Área de marcas (M)	4096 bytes		8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguna	2	8
Signal Board	1		
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)		
Contadores rápidos	3	4	6
• Fase simple	• 3 a 100 kHz	• 3 a 100 kHz 1 a 30 kHz	• 3 a 100 kHz 3 a 30 kHz
• Fase en cuadratura	• 3 a 80 kHz	• 3 a 80 kHz 1 a 20 kHz	• 3 a 80 kHz 3 a 20 kHz
Salidas de impulsos	2		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C		
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		

**Fuente:** Elaboración propia

La gama S7-1200 ofrece una gran variedad de módulos de señales y SignalBoards que permiten ampliar las prestaciones de la CPU. También es posible instalar módulos de comunicación adicionales para soportar otros protocolos de comunicación.

**Grafica N° 31.** Modulo de señales.

Módulo		Sólo entradas	Sólo salidas	Entradas y salidas
Módulo de señales (SM)	Digital	8 entradas DC	8 salidas DC 8 salidas de relé	8 entradas DC/8 salidas DC 8 entradas DC/8 salidas de relé
		16 entradas DC	16 salidas DC 16 salidas de relé	16 entradas DC/16 salidas DC 16 entradas DC/16 salidas de relé
	Analógico	4 entradas analógicas 8 entradas analógicas	2 salidas analógicas 4 salidas analógicas	4 entradas analógicas/2 salidas analógicas
Signal Board (SB)	Digital	-	-	2 entradas DC/2 salidas DC
	Analógico	-	1 salida analógica	-
Módulo de comunicación (CM)				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RS485</li> <li>• RS232</li> </ul>				

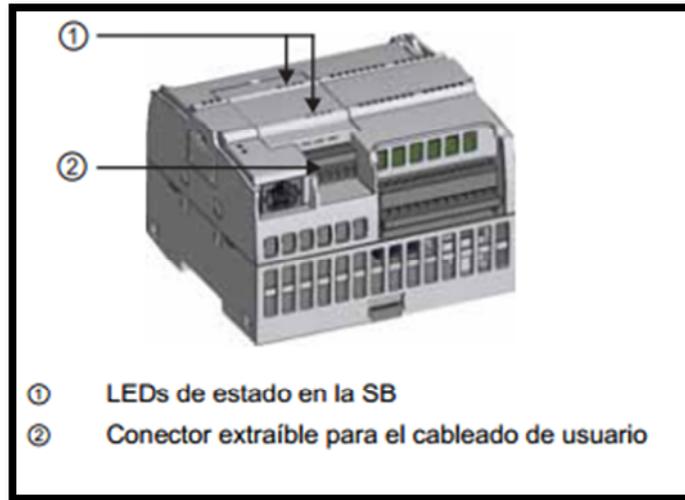
**Fuente:** Elaboración propia

### Signal Boards

El PLC S7-1200 cuenta con un Signal Board (SB), los cuales permiten agregar entradas y salidas a la CPU. Es posible agregar una SB con E/S digitales o analógicas. Una SB se conecta en el frente de la CPU.

- SB con 4 E/S digitales (2 entradas DC y 2 salidas DC)
- SB con 1 entrada analógica

**Grafica N° 32.** Modulo entrada y salidas



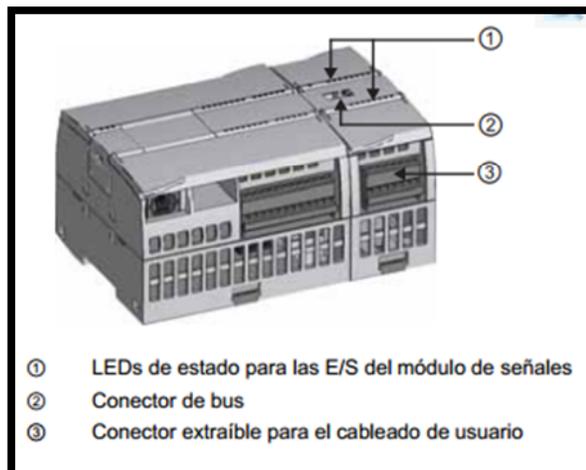
**Fuente:** Elaboración propia

- **Módulos de señales:**

Los módulos de señales se pueden utilizar para agregar funciones a la CPU.

Los módulos de señales se conectan a la derecha de la CPU.

**Grafica N° 33.** Módulos de señales



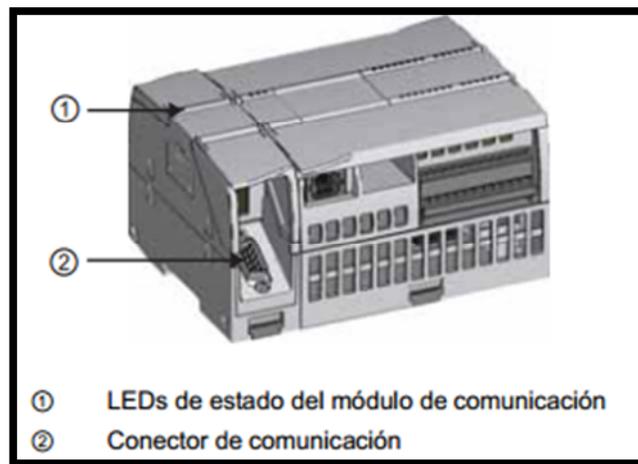
**Fuente:** Elaboración propia

- **Módulos de comunicación:**

Los PLC de la gama S7-1200 proveen módulos de comunicación (CMs) que ofrecen funciones adicionales para el sistema. Hay dos módulos de comunicación, a saber: RS232 y RS485.

- La CPU soporta como máximo 3 módulos de comunicación.
- Todo CM se conecta en lado izquierdo de la CPU (o en lado izquierdo de otro CM)

**Grafica N° 34.** Modulo de comunicación



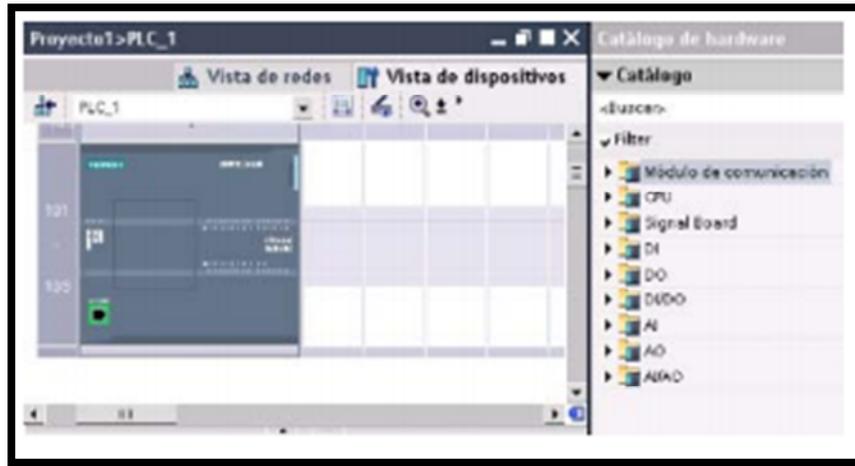
**Fuente:** Elaboración propia

- **Software STEP 7 Basic:**

La programación del PLC S7-1200 se realiza con un software llamado STEP 7 Basic. Este ofrece un entorno amigable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto. STEP 7 Basic ofrece dos lenguajes de programación (KOP y FUP) que permiten desarrollar el programa de control de la aplicación de forma fácil y eficiente.

Asimismo, incluye las herramientas para crear y configurar los dispositivos HMI en el proyecto.

## Grafica N° 35. Software spet7



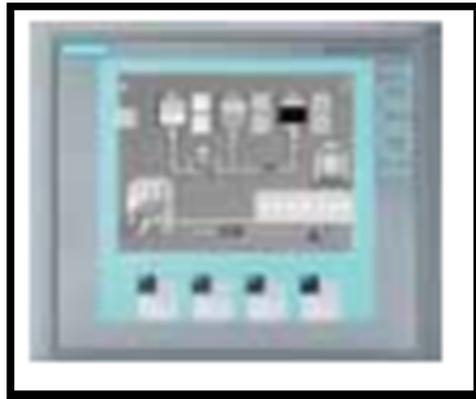
Fuente: Elaboración propia

- **Visualizadores o HMI:**

Las interfaces hombre maquina se están convirtiendo cada vez más en un componente estándar de la mayoría de las máquinas, los paneles básicos SIMATIC HMI ofrecen dispositivos con pantalla táctil para tareas básicas de control y supervisión. Todos los paneles tienen el tipo de protección IP65 y certificación UL, NEMA entre otros. Dos de estos son:

- **KTP 400 Basic PN Mono (STN, escala de grises):** Pantalla táctil de 4 pulgadas con 4, teclas táctiles, Vertical u horizontal, Tamaño: 3.8", Resolución: 320 x 240, 128 variables, 50 pantallas de proceso, 200 alarmas, 25 curvas, 32 KB memoria de recetas, 5 recetas, 20 registros, 20 entradas.

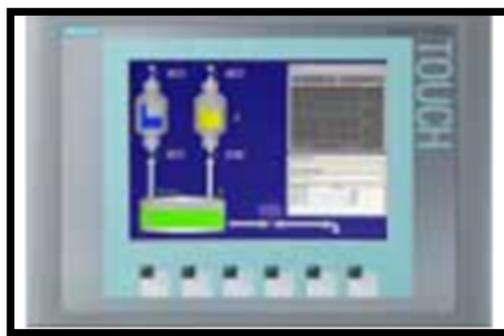
**Grafica N° 36. HMI KTP 400**



**Fuente:** Elaboración propia

- **KTP 600 Basic PN Color (TFT, 256 colores):** Pantalla táctil de 6 pulgadas, 6 teclas táctiles, Vertical u horizontal, Tamaño: 5.7", Resolución: 320 x 240, 128 variables, 50 pantallas de proceso, 200 alarmas, 25 curvas, 32 KB memoria de, recetas, 5 recetas, 20 registros, 20 entradas.

**Grafica N° 37. HMI KTP 600**



**Fuente:** Elaboración propia

Aunque existen otros modelos de visualizadores como el KTP1000 Basic PN y el TP1500 Basic PN con mayores características, para esta aplicación podemos escoger entre las mencionadas inicialmente.

#### **4.3 Lazo de Control de Nivel:**

Determinado el nivel de concentración de sólidos en el agua, esta es almacenada en pozas de agua roja o agua blanca, de 150 m<sup>3</sup> y 100 m<sup>3</sup> respectivamente.

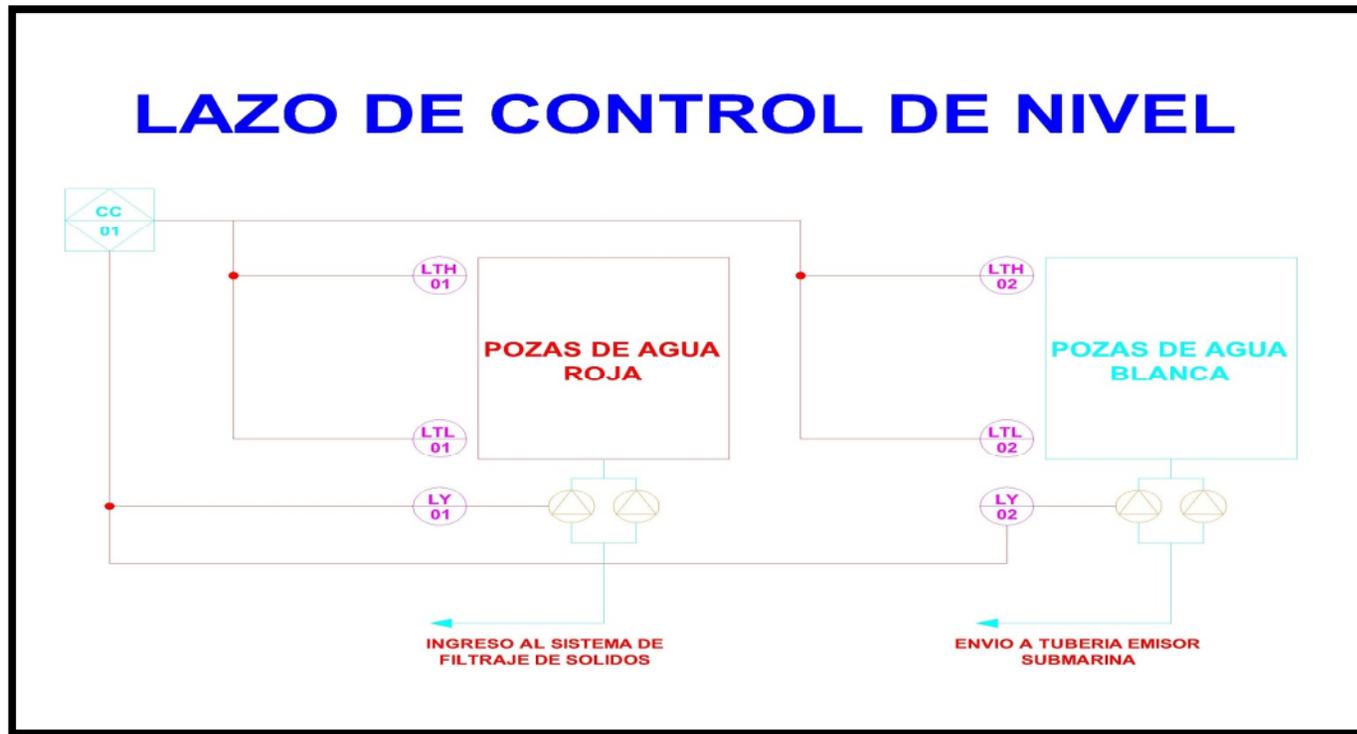
En las pozas de almacenamiento de agua instalaremos sensores de nivel bajo y alto los cuales verificarán el nivel de líquido en las pozas de agua roja y blanca.

Cuando el sensor de nivel alto detecte agua, enviara una señal al controlador, este a su vez enviara una señal de control al variador para el encendido de la bomba, la cual empezara a funcionar, enviando el líquido de la poza de agua roja al sistema de filtraje con trommels. Cuando el nivel de agua disminuya de manera considerable se activara el sensor de nivel bajo, enviando una señal al controlador para apagar la bomba.

El mismo proceso ocurre con la poza de agua blanca, sin embargo el líquido con niveles bajos de concentración es enviado a una tubería submarina y evacuado.

Este lazo de control automático permitirá que la poza no desborde algo que ocurre algunas veces por descuido del operario, o por el lado contrario la bomba cavite.

Grafica N° 38. Lazo de control de nivel



Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1 Tipo de Control:

El tipo de control a elegir para este lazo de control es discreto. Los sensores de nivel medirán los niveles de agua siendo solo necesario un control ON – OFF.

La elección de este tipo de control se da en función al comportamiento del proceso, no es necesario que este sea proporcional ni más complejo, pues solo servirá para el encendido y apagado de las bombas.

#### 4.3.2 Instrumentación Utilizada:

Para realizar el diseño de este lazo de control se necesita la siguiente instrumentación:

- **Sensor de nivel**

**Grafica N° 39.** Sensor de Nivel



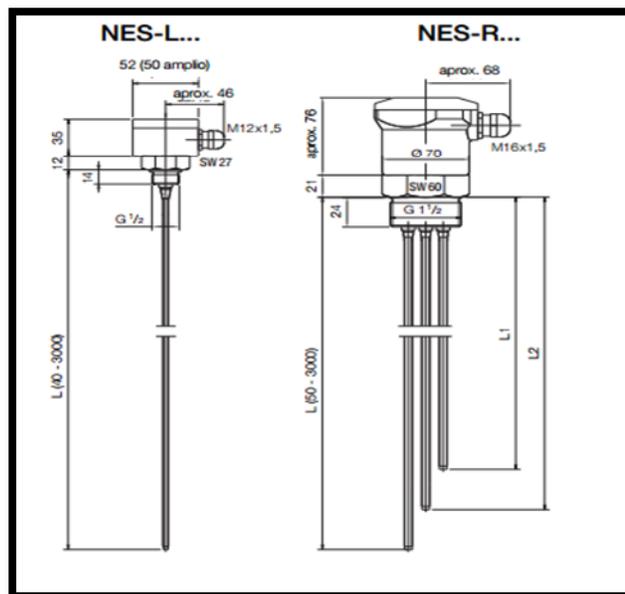
**Fuente:** Elaboración propia

Los sensores de nivel kobold se comportan como interruptores, los modelos NES se utilizan para monitoreo de nivel y con control de bombas de líquidos conductivos. Al estar diseñado sin accesorios móviles permite utilizarlos en condiciones críticas, como con contenido sólido, densidad insignificante o alta viscosidad. Los componentes operan bajo el principio conductivo se aplica un bajo voltaje A.C. entre la pared conductiva o el electrodo a tierra y un electrodo del punto de conmutación.

Si el medio conductor toca los electrodos, una corriente alterna insignificante fluye a través de los electrodos y el medio conductor al relé del electrodo. El relé amplifica la corriente alterna y maneja un relé o un controlador de bomba.

Para control de mínimos y máximos se debe conectar al relé dos electrodos de punto de interrupción. El relé sugerido es NE-304 funciona como dos relés simples.

**Grafica N° 40.** Características sensor kobold NES



**Fuente:** Elaboración propia

**Detalles técnicos:**

- Cuerpo: poliamida o aluminio
- Conexiones: Poliuretano, PTFE, acero inoxidable.
- Electrodo: Acero inoxidable
- Longitud máxima de electrodo: 300 mm
- Revestimiento del electrodo: en poliuretano revestido completo o parcial.
- Numero de electrodos: 1- 6
- Máximo de temperatura: 150 °C ( revestimiento de PTFE)
- Presión máxima: 30 bar (conexión de acero inoxidable).
- Conductividad: 20 us/cm
- Protección: IP65

**Grafica N° 41.** Detalles técnicos.

Modelo	Descripción	Caja de conexión	Material de los electrodos	Revestimiento de los electrodos	Conexión roscada	Número de electrodos*
NES-	Interruptor límite de Nivel conductivo	R = Poliamida L = Aluminio	E = Acero Inox.	A = Poliolefina reves. completo	E = Acero Inox. P = Polipropileno	1 = 1 electrodo 2 = 2 electrodos 3 = 3 electrodos
			H = Hastelloy C T = Titanio E = Acero Inox.	T = PTFE reves. parcial V = PTFE reves. completo	E = Acero Inox. F = PTFE	4 = 4 electrodos 5 = 5 electrodos 6 = 6 electrodos

**Fuente:** Elaboración propia

- **Controlador:**

Este lazo de control se puede realizar con el mismo controlador el S7-1200, el cual se usa en el primer lazo de control de concentración, pues cuenta con módulos de expansión análogos y discretos como ya se mencionó anteriormente.

#### **4.4 Lazo de Control de Flujo:**

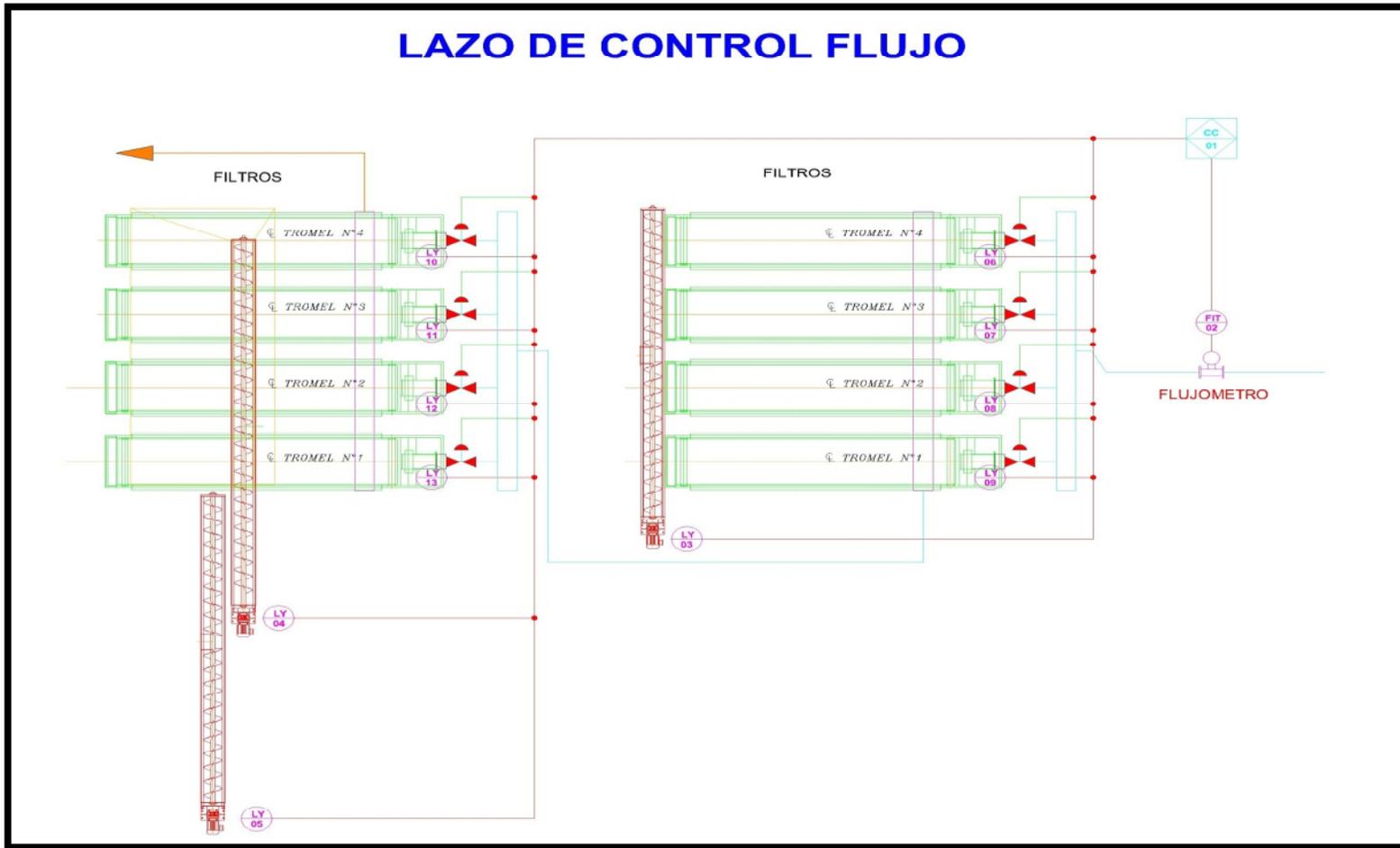
Cuando la bomba de la poza de agua roja inicia el bombeo de agua se necesita saber qué cantidad de flujo circula a través de la tubería de 18". Por tal razón en nuestra propuesta de diseño sugerimos la instalación de un flujómetro.

Cuando el flujómetro empiece a detectar flujo enviará una señal al controlador, esto hará que el controlador envíe una señal para el encendido del tornillo helicoidal recolector de sólidos de los 4 trommels de 0.5 mm, también se encenderán los tornillos helicoidales recolectores de sólidos de la tolva almacenadora de sólidos.

En función al flujo medido el controlador determinara la cantidad de trommels a usar, enviando una señal de encendido al Trommel y enviando una señal de control para la apertura de las válvulas.

Esto permitirá el uso adecuado de los equipos, los cuales no permanecerán encendidos sin flujo, también los tornillos helicoidales trabajaran solo cuando tengan sólidos, pues cuando el flujómetro no cense flujo estos se apagaran.

Grafica N° 42. Lazo de control de flujo.



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.1 Tipo de Control

Para este lazo el tipo de control a elegir es un control proporcional

#### 4.4.2 Instrumentación Utilizada

Los equipos a utilizar para este lazo de control son los siguientes.

- **Válvulas:**

Al igual que en el caso del lazo de control de nivel, las válvulas a usar son válvulas tipo mariposa de 16" descritas anteriormente. Sin embargo el sistema de filtrado de trommel cuenta con unas válvulas tipo mariposa por lo que solo es necesario cambiar el actuador mecánico por uno neumático.

- **Actuador:**

El actuador necesario para este lazo de control es el mismo que sugerimos en el lazo de control de concentración.

- **Flujómetro:**

**Grafica N° 43.** Flujo metro S3100



**Fuente:** Elaboración propia

El flujómetro sugerido para este diseño es de la marca siemens de la serie 3100. Los sensores de flujo electromagnéticos SITRANS F M se utilizan principalmente en los siguientes campos:

- Industria de procesos
- Industria química
- Siderurgia
- Minería
- Suministro de agua
- Generación y distribución de energía
- Agua y aguas residuales

El rango de módulos adicionales del SITRANS F M, que incluye actualmente HART, Foundation Fieldbus, MODBUS RTU RS 485, PROFIBUS PA / DP y Devicenet, todos son compatibles con el transmisor SITRANS F M MAG 6000.

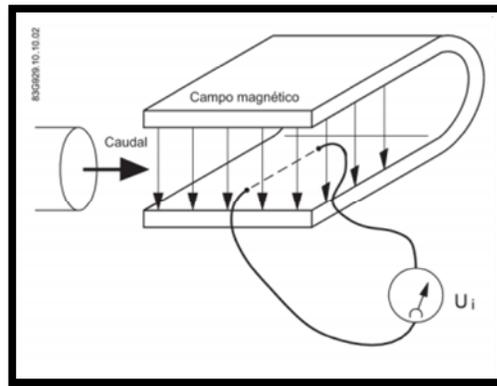
- **Diseño:**

SITRANS F M MAG 3100 está disponible en una amplia gama de tamaños desde ½" a 78" y soporta presiones hasta de 10 000 psi como máximo. La versión totalmente soldada cuenta con una robustez que le permite resistir a las más duras aplicaciones y condiciones.

La caja y las bridas de sensor han sido diseñadas en acero al carbono (ASTM A 105) y la caja de bornes está construida en poliamida reforzada con fibra de vidrio u, opcionalmente, en acero inoxidable. La tubería de medida está fabricada en acero inoxidable

El principio de medición de caudal se basa en la ley de Faraday de la inducción electromagnética.

#### Grafica N° 44. Dimensiones Sitrans MAG-3100



**Fuente:** Elaboración propia

$U_i$  = Cuando un conductor eléctrico de longitud  $L$  se mueve a velocidad  $v$  perpendicularmente a las líneas de flujo, a través de un campo magnético de intensidad  $B$ , se induce una tensión  $U_i$  en los extremos del conductor

$$U_i = L \times B \times v$$

- $U_i$  = Tensión inducida
- $L$  = Longitud del conductor = Diámetro interior de la tubería =  $k_1$
- $B$  = Intensidad del campo magnético =  $k_2$
- $v$  = Velocidad del conductor (medio)
- $k = k_1 \times k_2$

$U_i = k \times v$ , la señal del electrodo es directamente proporcional a la velocidad del fluido. El módulo de corriente de las bobinas genera una corriente pulsante magnetizante que activa las bobinas del sensor. La corriente se vigila y corrige permanentemente. Un circuito de auto vigilancia registra los errores o fallos de cable.

El circuito de entrada amplifica la señal de tensión inducida proporcional al flujo proveniente de los electrodos. La impedancia de entrada es extremadamente alta, los cuales permiten medir el caudal de fluidos con una conductividad mínima de  $5 \mu\text{S/cm}$ . Los errores de medición producidos por la capacitancia del cable quedan excluidos gracias al apantallado activo del cable.

## Grafica N° 45. MAG-3100/P/Q

Versión	MAG 3100 P	MAG 3100	MAG 3100 HT
Característica del producto	Procesos y química (tiempos de entrega cortos)	Gama de productos flexible	Temperatura de proceso superior a 150 °C (300 °F)
Tamaño nominal	DN 15 ... DN 300 (½" ... 12")	DN 15 ... DN 2000 (½" ... 78")	DN 15 ... DN 300 (½" ... 12")
Principio de medida	Inducción electromagnética		
Frecuencia de excitación (Red de alimentación: 50 Hz/60 Hz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DN 15 ... 65 (½" ... 2½"): 12,5 Hz/15 Hz</li> <li>• DN 80 ... 150 (3" ... 6"): 6,25 Hz/7,5 Hz</li> <li>• DN 200 ... 300 (8" ... 12"): 3,125 Hz/3,75 Hz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DN 15 ... 65 (½" ... 2½"): 12,5 Hz/15 Hz</li> <li>• DN 80 ... 150 (3" ... 6"): 6,25 Hz/7,5 Hz</li> <li>• DN 200 ... 1200 (8" ... 48"): 3,125 Hz/3,75 Hz</li> <li>• DN 1400 ... 2000 (54" ... 78"): 1,5625 Hz/1,875 Hz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DN 15 ... 65 (½" ... 2½"): 12,5 Hz/15 Hz</li> <li>• DN 80 ... 150 (3" ... 6"): 6,25 Hz/7,5 Hz</li> <li>• DN 200 ... 300 (8" ... 12"): 3,125 Hz/3,75 Hz</li> </ul>
Grado de protección de la caja	IP67 (EN/IEC 60529) / NEMA 4X/6, 1 mH2O durante 30 min Opción: IP68 (EN/IEC 60529) / NEMA 6P, 10 mH2O cont. (no para atmósferas explosivas)	IP67 (EN/IEC 60529) / NEMA 4X/6, 1 mH2O durante 30 min Opción: IP68 (EN/IEC 60529) / NEMA 6P, 10 mH2O cont. (no para atmósferas explosivas)	IP67 (EN/IEC 60529) / NEMA 4X/6, 1 mH2O durante 30 min Opción: IP68 (EN/IEC 60529) / NEMA 6P, 10 mH2O cont. (no para atmósferas explosivas)
Presión de ensayo	1,5 x PN (donde proceda)	1,5 x PN (donde proceda)	1,5 x PN (donde proceda)
Caída de presión a 3 m/s	-	Como tubería recta	-
CEM	Según 2004/108/CE		

**Fuente:** Elaboración propia

- **Controlador:**

El controlador a utilizar el mismo que en los lazos de control anteriores PLC S7-1200.

## CAPITULO V

### RESULTADO CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## RESULTADOS

- Dentro de los resultados encontrados en el diseño de automatización del proceso de recuperación de sólidos, un aspecto importante a considerar son los costos, por tal razón elaboramos el siguiente cuadro de costos.

**Tabla N° 03.** Costo de implantación de automatización..

<b>COSTOS</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PRECIO \$</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>ACUMULADO</b>
<b>1</b>	Válvula tipo mariposa de 16"	950	8	7600
<b>2</b>	Actuador neumático serie 93/93	2500	16	40000
<b>3</b>	Electroválvula serie 63	300	16	4800
<b>4</b>	Sensor de concentración	500	4	2000
<b>5</b>	PIC S7 -1200 + HMI KTP 600 + Accesorios y módulos	1400	1	1400
<b>6</b>	Software de programación Step 7 BASIC	500	1	500
<b>7</b>	Sensor de Nivel Kobold	600	2	1200
<b>8</b>	Flujómetro Siemens serie 3100	4500	1	4500
<b>9</b>	Tablero de control	240	1	240
<b>10</b>	Otros	500	1	500
<b>11</b>	Mano de obra	10000	1	10000
		<b>SUB - TOTAL</b>		<b>72740</b>
		<b>IGV 18%</b>		<b>13093.2</b>
		<b>TOTAL \$</b>		<b>85833.2</b>

**Fuente:** Elaboración propia

- La automatización del proceso de recuperación de sólidos permitirá que agua que no necesita ser filtrada sea reingresada al mar. La tabla muestra que durante la temporada pasada 18,266 m<sup>3</sup> fueron filtrados y tratados, el lazo de control de concentración impedirá que esto ocurra.

**Tabla N° 04.** Costos de Insumos por Kilogramo

VOLÚMENES DE AGUA	CONCENTRACION	CANTIDAD	UNIDAD
	ALTA	134,721.80	m <sup>3</sup>
	BAJA	18,266	m <sup>3</sup>
INSUMOS QUÍMICOS		PRECIO \$	
	FLOCULANTE	6.1	KG
	CLORURO FERICO	0.48	KG

**Fuente:** Corporación COPEINCA S.A.C.

- Según muestra la tabla adjunta el consumo de energía estimada durante la temporada pasada fue de 45,672.726 kW/h. Automatizar el proceso de recuperación de sólidos permitirá la disminución del consumo de energía reduciéndolo a un consumo estimado de 11,910.44 kW/h, pues se medirá el flujo lo que permitirá, solo el funcionamiento de los equipos necesarios.

**Tabla N° 05.** Costo Energía Instalada

	KW	HORAS DE TRABAJO/DIA	KWH/DIA	KWH/TEM. (59 DIAS)
POTENCIA INSTALADA	<b>96.2</b>			
POTENCIA USADA	<b>81.4</b>	<b>9.51</b>	<b>774.114</b>	<b>45672.726</b>
POTENCIA REQUERIDA	<b>81.4</b>	<b>2.48</b>	<b>201.872</b>	<b>11910.44</b>

**Fuente:** Corporación COPEINCA S.A.C

- La tabla también muestra las hora de trabajos promedio de los equipos durante la temporada pasada que fueron de 9.51 horas por día, sin embargo la automatización de del sistema de recuperación de sólidos disminuirá las horas de trabajo a un valor estimado de 2.48 horas por día, pues solo se prenderán los equipos de acuerdo al flujo medido.

- **Variables de control**

Para el diseño de la automatización del proceso de recuperación de sólidos, hemos convenido utilizar tres lazos:

- Lazo de control de concentración
- Lazo de control de nivel
- Lazo de control de flujo

Con estos tres lazos hemos logrado cumplir con nuestros objetivos los cuales buscaban lo siguiente:

- Solucionar la selección del agua a filtrar, pues inicialmente se filtraba toda el agua bombea a planta.
- Reducir el consumo de energía, pues solo se utilizaran los equipos, cuando los sensores de nivel y el flujo lo indiquen.
- Los trommels, y tronillos helicoidales tendrán menos desgaste y horas de trabajo, pues serán utilizados de forma adecuada y eficiente.

## CONCLUSIONES

Después de realizar el diseño de la automatización del proceso de recuperación de sólidos con filtros trommels, podemos concluir lo siguiente:

- Para determinar la selección del agua a filtrar, concluimos que la instalación un lazo de control de concentración solucionara selección del agua a filtrar, pues el sensor medirá los niveles de concentración superiores a 500 mg/l, enviando el flujo de agua a la poza de agua roja para su filtrado y tratamiento, esto impedirá que agua con niveles inferiores concentración sean tratados.
- Instalar un lazo de control de nivel en las pozas de almacenamiento, permitirá el encendido automático de la bomba de envío de sanguaza al sistema de filtrado, evitando desbordes por descuido o la cavitación de la bomba.
- Controlar el flujo de agua enviada a los trommels, permitirá hacer un uso adecuado de los filtros, pues en función al flujo se terminara cuantos deben de usarse, evitando el trabajo innecesario, desgaste de piezas y mantenimientos correctivos.
- Utilizar los equipos de solo cuando sea necesario disminuirá de manera considerable el consumo de energía, pues estos no necesitaran estar encendidos todo el tiempo sino solo cuando se detecte flujo.
- La instrumentación utilizada para la automatización debe de cumplir con los requerimientos del proceso, esto evitara tener complicaciones durante su funcionamiento.

## RECOMENDACIONES

- Para garantizar el correcto funcionamiento de los actuadores neumáticos, se debe garantizar la presión adecuada de aire, motivo por el cual sugerimos que el sistema cuente con un compresor independiente.
- La energía eléctrica de alimentación de los equipos tiene que ser estable, por lo cual se recomienda garantizar el suministro de energía y la instalación de un pozo a tierra independiente diseñado solo para equipos electrónicos.
- La instrumentación a utilizar puede ser distinta a la sugerida por temas de costos, sin embargo debe de cumplir con los requisitos mínimos del proceso.
- Otra manera de controlar el flujo del sistema de recuperación de sólidos se podría dar con la instalación de sensores de nivel en la poza de almacenamiento de agua roja, para lo cual tendría que realizarse la ubicación de esta, para que se determine en función al nivel la cantidad de equipos a utilizar. Esto hará necesario la redistribución de los sensores de nivel en la poza para una correcta utilización de los equipos.

## BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS

- MARTÍNEZ Iranzo y otros (2000). Sistemas Automáticos. Valencia Universidad Politécnica de Valencia.
- KUO, Benjamin C. (1996). Sistemas de control automáticos de control. México. Prentice Hall.
- Barrientos, Antonio (1996). Control de sistemas continuos problemas resueltos. Madrid McGraw Hill
- OGATA, Katsuhiko (2002). Ingeniería de control moderna (4º Edición). España: Editorial Pearson Educacion.
- OTTO, Leidinger (1997). Procesos industriales ( 1º Edición). Perú: Editorial Pontificia Universidad Católica.
- RAMÓN Sans Fonfría, Joan de pablo ribas (1989). Ingeniería Ambiental: contaminación y tratamientos. España: Marcombo S.A.
- R.S. RAMALHO (1996). Tratamiento de aguas residuales. España: Reverté Ediciones S.A.
- STANLEY E. Manahan (2007). Introducción a la química ambiental ( 1º Edición ). México: Reverté Ediciones S.A.

## TESIS

- José Ramos Falla, Mónica Rojas Torres (2006).  
ANÁLISIS CRÍTICO DE LA INDUSTRIA PESQUERA EN LA BAHÍA “EL FERROL” CHIMBOTE – PERÚ Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN.  
Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa.
- Jorge Bravo Navarrete (1964).  
PROYECTO DE UNA PLANTA DE RECUPERACION DE SANGUAZA.  
Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Trujillo
- José Alva Rondón (2009).  
CALIDAD DE RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA Y AUMENTO DE EFICIENCIA EN RECUPERACIÓN DE ACEITE A PARTIR DE AGUA DE BOMBEO EN UNA PLANTA PESQUERA.  
Facultada de Ciencia e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica Del Perú.
- Minerva Araujo Moreno (1998).  
TRATAMIENTO Y DISPOSICION DEL AGUA RESIDUAL GENERADA POR LA INDUSTRIA PEQUERA UBICADA EN EL PARQUE INDUSTRIAL SANCHEZ, EN GUAYMAS, SONORA, MEXICO.  
Facultad de Ingeniería Civil División de Estudios de Postgrado de la Universidad Autónoma De Nuevo León.
- Iván Centurión Robles, Erickson Ganoza Rivas, Manuel Torres Rocha (2007).  
PROPUESTA DE MEJORA EN EL CONTROL DE EFLUENTE DE UNA PLANTA PESQUERA.  
Maestría en Operación y Logística de la Universidad Peruana de Ciencia Aplicada.

## WEB

- “Automatización Industrial”. Recuperado 01 de noviembre del 2013.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Automatizaci%C3%B3n\\_industrial](http://es.wikipedia.org/wiki/Automatizaci%C3%B3n_industrial)
- “Automatización Industrial”. Recuperado 01 de noviembre del 2013, de  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>
- “Actuadores”. Recuperado 01 de noviembre del 2013, de  
<http://www.tvtronica.com.ar/Actuadores.htm>
- “Ley general pesca”. Recuperado 01 de noviembre del 2013.  
<http://www.produce.gob.pe/index.php/ley-general-de-pesca>

# ANEXOS

## Anexo 1: Ficha técnica de válvula.

### CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO

La serie 30 de Bray es una versión "wafer" con guías de bridas y la serie 31 en su versión compacta pero orejada para uso terminal y otros requerimientos de bridas. Todas las válvulas Bray son probadas a 110% de la presión especificada del producto antes del embarque. Una de las grandes ventajas de la línea de productos Bray es que son internacionalmente compatibles, la misma válvula es compatible con la mayoría de las bridas estándares mundiales Clase ANSI 125/150, BS 10 tablas D y E, BS 4504 NP 10/16, DIN ND 10/16, AS 2129 y JIS 10.

Adicionalmente la válvula está diseñada para cumplir los requisitos de ISO 5752 cara a cara e ISO 5211 bridas para montaje del actuador. Por lo tanto un tipo de válvula puede ser usada en diferentes mercados del mundo. Debido al concepto de diseño modular, todas las palancas, operadores de engranes, actuadores neumáticos y eléctricos

Bray®, se montan directamente a las válvulas Bray. No se necesitan bases y/o adaptadores.



El intercambio y compatibilidad de Bray le ofrece lo mejor en uniformidad de línea de producto y le ofrece alto rendimiento a bajo costo en la industria de hoy.

### RECUBRIMIENTO DE POLIESTER PROTECCION CONTRA LA CORROSION

Los productos estándar de Bray ofrecen cuerpos de válvulas con recubrimiento de poliéster, proporcionando excelente resistencia al uso y a la corrosión. El recubrimiento de poliéster de Bray tiene un acabado duro y rojo brillante.

Resistencia química – es resistente a una gran variedad de químicos, incluyendo: ácidos diluidos y alcalinos, sales, solventes de petróleo, alcoholes, grasas y aceites. Ofrece excelente resistencia a la humedad y el agua.

Resistencia a la intemperie – resistencia comprobada a la radiación ultra violeta.

Resistencia a la abrasión – excelente resistencia a la abrasión.

Resistencia a impactos – aguanta impactos sin pelarse ni romperse.

### RECUBRIMIENTO DE NYLON 11

Disponible como opción en cuerpos de válvulas donde se necesita una mayor protección y rendimiento. Es un termoplástico producido de una base vegetal, este recubrimiento es inerte al crecimiento de hongos y moho. El Nylon 11 está aprobado por el USDA. Así como certificado de ANSI/NSF 61 para servicio de agua.

Resistencia a la corrosión – tiene una resistencia superior a varios rangos de ambientes químicos.

Las Válvulas con este recubrimiento se probaron bajo atomizadores salinos por más de 2,000 horas y se probaron sumergidas en agua salada de mar por más de diez años sin que se les encontrara corrosión a las superficies metálicas.

El Nylon 11 ofrece un coeficiente de fricción muy bajo y una excelente resistencia a impactos y radiación ultra violeta.

**DIMENSIONES SERIE 30 Wafer**

Tamaño de válvula		A	B	C	D	E	F	Módulo de placa de montaje			G	H	J	K
in	mm							BC	in. de orificio	mm. del orificio				
2	50	3.69	1.62	2.00	2.84	5.50	3.54	2.78	4	.39	.55	.39	1.25	1.32
2 1/2	65	4.19	1.75	2.50	3.34	6.00	3.54	2.78	4	.39	.55	.39	1.25	1.91
3	80	4.88	1.75	3.00	4.03	6.25	3.54	2.78	4	.39	.55	.39	1.25	2.55
4	100	6.06	2.00	4.00	5.16	7.00	3.54	2.78	4	.39	.63	.43	1.25	3.57
5	125	7.06	2.12	5.00	6.16	7.50	3.54	2.78	4	.39	.75	.51	1.25	4.63
6	150	8.12	2.12	5.75	7.02	8.00	3.54	2.78	4	.39	.75	.51	1.25	5.45
8	200	10.50	2.50	7.75	9.47	9.50	5.91	4.92	4	.57	.87	.63	1.25	7.45
10	250	12.75	2.50	9.75	11.47	10.75	5.91	4.92	4	.57	1.18	.87	2.00	9.53
12	300	14.88	3.00	11.75	13.47	12.25	5.91	4.92	4	.57	1.18	.87	2.00	11.47

**SERIE 31 Orejada**

Información de tamaño de orejada		
BC	in. de orificio	mm. UNC 28
4.75	4	5/8-11
5.50	4	5/8-11
6.00	4	5/8-11
7.50	8	5/8-11
8.50	8	3/4-10
9.50	8	3/4-10
11.75	8	3/4-10
14.25	12	7/8-9
17.00	12	7/8-9

Tamaño de válvula		A	B	C	D	E	F	Módulo de placa de montaje			G	J	Tamaño de la Bore	K
in	mm							BC	in. de orificio	mm. del orificio				
14	350	17.06	3.00	13.25	15.28	13.62	5.91	4.92	4	.57	1.38	2.00	3/2x.30	13.04
16	400	19.21	4.00	15.25	17.41	14.75	5.91	4.92	4	.57	1.38	2.00	3/2x.30	14.85
18	450	21.12	4.25	17.25	19.47	16.00	8.27	6.50	4	.81	1.97	2.50	3/2x.47	16.85
20	500	23.25	5.00	19.25	21.59	17.25	8.27	6.50	4	.81	1.97	2.50	3/2x.47	18.73

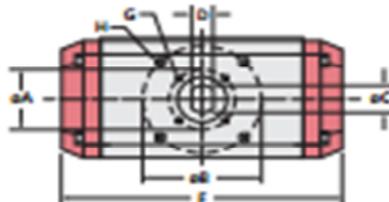
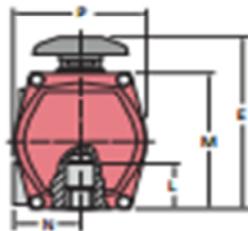
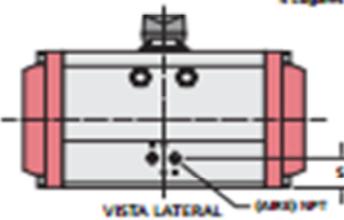
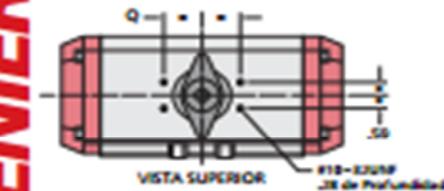
Información de tamaño de orejada		
BC	in. de orificio	mm. UNC 28
18.75	12	1-8
21.25	16	1-8
22.75	16	1 1/8-7
25.00	20	1 1/8-7

para Barrero de Placa de Montaje del Actuador

## Anexo 2: Ficha técnica de actuador neumático.

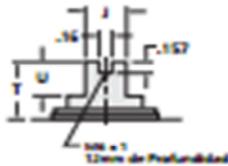
**INGENIERIA**

### Doble Acción/ Cabecera de Retorno

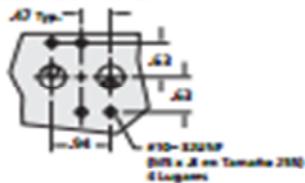


VISTA DEL FONDO  
ACTUADOR ISO 52111  
PATRÓN DE MONTAJE

#### SALIDA NAMUR PARTE SUPERIOR DEL VÁSTAGO



#### MONTAJE DEL SOLENOIDE NAMUR



### DIMENSIONES DE LA SERIE 92/93

TAMANO	48	63	83	92	118	127	160*	210
ABR. NPT	1/8	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4
A BO VY	1.42 F 03	1.97 F 05	1.97 F 05	1.97 F 05	2.76 F 07	2.76 F 07	—	4.92 F 12
B BO VY	1.97 F 05	2.76 F 07	2.76 F 07	2.76 F 07	4.92 F 12	4.92 F 12	4.92 F 12	6.50 F 16
C	.55	.55	.75	.75	1.18	1.18	1.18	1.97
D	.40	.40	.51	.51	.87	.87	.87	.47
E	3.88	4.53	5.43	5.78	7.28	8.09	9.36	11.45
F	4.00	5.58	7.40	8.59	11.90	12.31	15.54	17.80
G (NPT)	10-32 x .23	1/4-20 x .32	1/4-20 x .32	1/4-20 x .32	5/16-18 x .46	5/16-18 x .46	—	1/2-13 x .78
H (NPT)	1/4-20 x .25	5/16-18 x .40	5/16-18 x .40	5/16-18 x .40	1/2-13 x .69	1/2-13 x .69	1/2-13 x .75	5/8-11 x 1.11
J	.38	.38	.50	.50	1.12	1.12	1.12	1.12
L	1.30	1.38	1.46	1.46	2.20	2.20	2.20	2.76
M	2.50	3.46	4.27	4.61	5.52	6.32	7.80	10.04
N	1.80	1.72	2.02	2.18	2.53	2.72	3.07	4.25
P	2.19	3.11	3.83	4.17	4.91	5.44	6.82	8.83
Q	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	2.56	2.56
S	1.25	.89	.89	.94	1.36	1.36	1.39	1.44
T	1.10**	.79	.79	.79	.79	.79	1.18	1.18
U	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.75	.75

Nota: Los actuadores de Doble Acción y Cabecera de Retorno tienen las mismas dimensiones totales.

\* ISO "F" significa brida de montaje patrón de perforación.

\* Dimensiones para el Tamaño 160A se encuentran en la tabla. El Tamaño 160B (versión vástago con Raso) son dimensiones C de 1.38 y D de .39.

\* Dimensiones para el Tamaño 255A se encuentran en la tabla. El Tamaño 255B tiene una dimensión C de 3.00.

\*\* El tamaño 48 tiene una dimensión T de .79 con el uso de una placa superior NAMUR.

### Velocidades del Actuador

TAMANO	48	63	83	92	118	127	160	210	255
Movimiento de Apertura/ Movimiento de Cierre	1/4	1/4	1/4	1/4	1/2	1/2	1	2	2.3/4

Los tiempos están en segundos, a 80 PSIG con 6 pies de tubería, diámetro interno de aproximadamente 1/4".

### Pesos del Actuador

TAMANO	48	63	83	92	118	127	160	210	255
Doble Acción	1.8	3.4	6.1	8.4	16.4	20.9	38.1	65.0	144.0
Cabecera de Retorno	2.4	4.1	7.9	10.8	21.7	27.3	52.8	95.3	192.8

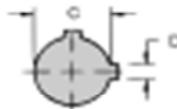
Los pesos son en libras. Los pesos de las unidades de Cabecera de Retorno son con un juego completo de resortes por pistón.

### Volúmenes del Actuador (ins<sup>3</sup>)

TAMANO	48	63	83	92	118	127	160	210	255
En Sentido Contrario	5.7	9.8	24.8	34.8	73.8	96.7	187.5	360.0	750.0
En Sentido de los Manosifiles del Vástago	4.8	13.4	32.8	45.9	95.5	130.8	259.8	450.0	900.0

En sentido contrario: Volumen de aire en pulgadas cúbicas requerido para separar los pistones, recorrido completo.

En sentido de los manosifiles del vástago: Volumen de aire en pulgadas cúbicas requerido para unir los pistones, recorrido completo.



DETALLE PARA TALADRAR  
EL VÁSTAGO  
TAMANO 210 & 255

### Anexo 3: Ficha técnica de Solenoide

<b>SERIE 63 - CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS</b>	
<b>MONTAJE</b>	NAMUR (VDI/VDE 3845), montable en cualquier posición, hardware incluido
<b>MATERIALES</b>	
Cuerpo:	Aluminio anodizado
Resorte:	Acero negro tratado con fosfato
Bobina de sombra:	Cobre
Sellos:	NBR + PUR
Núcleo/tubo:	Acero inoxidable/fotón
Tapas extremas y placa:	Poliámidas rellena de vidrio de 6/6 (PA6V)
Corredor:	Aluminio
Piezas interiores:	Zamak, acero, acetal
<b>PUERTOS NEUMÁTICOS</b>	NPT de 1/4"
<b>CONEXIONES ELÉCTRICAS</b>	Carcasas NEMA: NPT DE 1/2" Carcasa DIN: Casquillo prensacable PG9
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	
<p>La construcción estándar consiste en bobinas moldeadas y selladas con aislamiento Clase F y tomas de conexión de 18". Se encuentran disponibles otras clases de aislamiento. La estructura del imán y de la bobina IP65 DIN está revestida de epoxi. Hay disponibles juegos moldeados de cables y conectores para las carcasa IP65 DIN de bobinas. Para obtener más información, comuníquese con su representante de Bray o con la fábrica.</p>	
<b>RANGO DE TEMPERATURA NORMAL AMBIENTE</b>	
Carcasas NEMA:	CA: +13 °F (-25 °C) a +140 °F (+67 °C) CC: +13 °F (-25 °C) a +77 °F (+25 °C)
<b>BOBINA ELÉCTRICA</b>	
Carcasas NEMA con conductores volantes	12, 24, 120, 220 VCA, 50-60 HZ 12, 24, 120 VCC
Carcasas IP65 DIN Conexión Tipo "Y"	24, 120, 240 VCA, 50-60 HZ 24 VCC
<p>Aislamiento de bobina NEMA y IP65 DIN Clase F Rango máximo de temperatura: 311 °F (155 °C) Rango máximo de temperatura ambiente: 158 °F (70 °C)</p>	
<b>FLUJO</b>	
1/4" (6.35 mm) TUBO C <sub>v</sub> = .7	Flujo = 30 scfm, máximo de 150 psi (10,4 bar)
<p>Los tiempos de actuación de las series 92/93 de Bray dependen en gran medida de la capacidad de flujo del suministro de aire. Con los actuadores de las series 92/93 de Bray, se recomienda utilizar solamente el solenoide de flujo alto de la serie 63 de Bray. La utilización de solenoides de puertos más pequeños, múltiples de solenoide, tuberías de suministro de aire de L.D. pequeñas o grandes longitudes de tuberías puede reducir de manera sustancial el tiempo de actuación o la respuesta inicial a la señal del comando. Consulte TB-1140 para conocer las recomendaciones de prueba del flujo neumático.</p>	
<b>POTENCIA NOMINAL (VATIOS)</b>	
Carcasa NEMA:	CA - 6.3, CC - 6.9
Carcasa DIN:	CA - 2.5, CC - 3.0
<b>VELOCIDAD OPERATIVA</b>	10 ciclos por minuto - con más ciclos en caso de que sea

## Anexo 4: Ficha técnica de sensor de nivel

### Detalles Técnicos

Cuerpo:	Poliamida o aluminio
Conexiones:	Polipropileno, PTFE o Acero inoxidable 1.4571 G ½ (electrodo simple) G 1 ½ (2-6 veces electrodo)
Electrodos:	Acero inoxidable 1.4571, hastelloy o titanio
Largos máx. de electrodos:	3000 mm
Revestimiento del electrodo:	Revestimiento completo en poliolefino Revest. completo o parcial en PTFE
No. de electrodos:	1...6
Máx. temperatura:	90 °C (revestimiento en poliolefino) 150 °C (revestimiento de PTFE)
Máx. presión:	6 bar (Conexión de PTFE) 15 bar (Conexión de polipropileno) 30 bar (Conexión acero inoxidable)
Conductividad mín.:	20 µS/cm
Protección:	IP 65

### Relé de electrodo

Para detalles técnicos por favor refierase relé de electrodo modelo NE

### Datos de pedido para relé de electrodo

Descripción de relé de electrodo	Alimentación		
	Núm de Ped. 24 V <sub>AC</sub>	Núm de Ped. 230 V <sub>AC</sub>	Núm de Ped. 110 V <sub>AC</sub>
1 señal límite ó 1 mín./máx. controlador	NE-1042	NE-1040	NE-1041
2 señal límite ó 2 mín./máx. controladores	NE-3042	NE-3040	NE-3041

## Anexo 5: Ficha técnica de flujómetro



The SITRANS F M MAG 3100 is an electromagnetic flow sensor in a large variety that meets the demands of almost every flow application.

### Benefits

- Wide range of sizes: DN 15 to DN 2000 (½" to 78")
- The flexible design is for all applications not covered by the standard industry-specific sensors: MAG 1100, MAG 1100 F, MAG 3100 P and MAG 5100 W
- Wide pressure range: PN 6 to PN 100  
ANSI Class 150 / 300, AS 2129 / AS 4087, JIS K10 and K20.  
On request up to 690 bar (10 000 psi)
- Wide range of electrode and liner material to fit even the most extreme process media
- Fully welded construction provides a ruggedness that suits the toughest applications and environments
- Easy commissioning, the SENSORPROM unit automatically updates settings.
- Designed to allow patented SITRANS F M in-situ verification using the SENSORPROM fingerprints.

### Design

- Compact or remote mounting possible
- Easy "plug & play" field changeability of transmitter
- Ex ATEX and FM/CSA versions
- High temperature sensor for applications with temperatures up to 180 °C (356 °F)
- Approvals for PTB, OIML R 75 and OIML R 117
- Meets EEC directives: PED, 97/23/EC pressure directive for EN1092-1 flanges
- Build-in length according to ISO 13359, the standard includes sizes up to DN 400
- Onsite or factory upgrade to IP68/NEMA 6P of a standard sensor.