



# FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“Mejora del funcionamiento de la cámara de bombeo de aguas servidas mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a la estación San Martín-  
EPS Grau Piura”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

Navarro Asunción, Ricardo Adolfo

**ASESOR:**

MSc. Seminario Atarama, Mario Roberto

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

Piura – Perú

2017

El Jurado en cargo de evaluar la tesis presentada por don (a)

..... Navarro Asunción Ricardo Adolfo .....  
cuyo título es: Mejora del funcionamiento de la cámara de Bombeo  
de Agua Servida Mediante la Implementación de un  
plan de mantenimiento Preventivo a la Estación San  
Matra EPS Grau - Piura .....

Reunido en fecha, escucho la sustentación y la resolución de preguntas por es estudiante,  
otorgándole el calificativo de: ..... 1.6 ..... (número) Dieciséis ..... (letras).

Trujillo (o Filial) Piura 05 de Febrero Del 20 19

  
Dr. Herminio Alzamora Román

PRESIDENTE

  
MBA Leonardo Vallejos Hite

SECRETARIO

  
Dr. Nestor Espate Palencia

VOCAL



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

### **Dedicatoria**

ES mi deseo plasmar todo mi agradecimiento de mi tesis a DIOS ELOHIM, quien me dio la fortaleza, sabiduría e inteligencia, cuando más lo necesitaba.

A mi amada esposa Martha Castro Moncada.

A mis hijos Daniel y Joseph Navarro.

A mis Padres y suegros que fueron de gran apoyo.

## **Agradecimiento**

Agradezco a la Universidad César Vallejo por prepararme íntegramente durante el trayecto educativo de mi carrera, a los didácticos que con su experiencia aportaron en la formación enriqueciendo mi desarrollo académico como ingeniero y de forma especial para el asesor ingeniero Mario Seminario Atarama.

De otra manera demuestro mi particular cumplimiento con la empresa EPS GRAU S.A quién me ofreció la oportunidad de desplegar el desarrollo de mi investigación a la vez agradecer al Ing. Jorge Llompert quien me dio su confianza brindándome toda la información necesaria para el desarrollo de mi tesis.

### Declaración de autenticidad

Yo, Ricardo Adolfo Navarro Asunción identificado con DNI N° 43482198, afecto a cumplir con las disposiciones vigentes estimadas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es certera y auténtica.

Igualmente, declaro también bajo juramento que todos los datos e información presente en la tesis son genuinos y veraces.

De tal manera asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier plagio, ocultamiento u omisión de los documentos como de información contribuida por lo cual me someto a lo dispuesto en los criterios académicos de la Universidad César Vallejo.

Piura, diciembre de 2017



.....  
Ricardo Adolfo Navarro Asunción  
DNI N° 43482198

## **Presentación**

La presente investigación “Mejora del funcionamiento de la cámara de bombeo de aguas servidas mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a los motores de la estación san Martín-E.P.S. Grau Piura” tuvo como objetivo Cómo mejorará el funcionamiento de la cámara de bombeo de aguas servidas mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a los motores de la estación San Martín en E.P.S. Grau.

Para ello se logró mantener el nivel medio de la cama de bombeo, hasta obtener 0% de fallas, permitiendo reducir los riesgos ambientales en las zonas y enfermedades. Además, con el mantenimiento y limpieza de las succiones de los motores, se logró aumentar un caudal hasta un 34% más en el mes de octubre, mejorando la operatividad total de la cámara de bombeo

A través del mantenimiento preventivo y herramientas del ingeniero industrial, logro mejorar el funcionamiento de la cámara de bombeo, siendo muestra para los posibles estudios posteriores

## Índice

Dedicatoria.....	3
Agradecimiento .....	4
Presentación .....	6
Índice .....	7
RESUMEN.....	8
ABSTRACT .....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 Realidad Problemática .....	10
1.2 Trabajos Previos.....	11
1.3 Teorías relacionadas al tema .....	14
1.4 Formulación del problema .....	17
1.5 Justificación del estudio .....	18
1.6 Hipótesis .....	18
1.7 Objetivos.....	19
II. MÉTODO .....	20
2.1. Diseño de investigación.....	20
2.2. Variables de operacionalización .....	20
2.3. Población, muestra y muestreo.....	22
2.4. Técnicas e instrumentos de la recolección de datos, validez confiabilidad. ....	23
2.5. Métodos de análisis de datos .....	23
2.6. Aspectos éticos.....	24
III. RESULTADOS.....	25
IV. DISCUSIÓN.....	30
V. CONCLUSIONES.....	32
VI. RECOMENDACIONES.....	33
VII. REFERENCIAS .....	34
ANEXOS .....	35

## RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo, mejorar el funcionamiento de la cámara de bombeo de aguas servidas en la estación San Martín en la provincia de Piura, mediante la implementación de un plan de mantenimiento, la cual se estableció una muestra de una población de dos meses antes y dos meses después de la mejora del método. El estudio permitió mantener el nivel medio de las aguas servidas de la cámara húmeda la cual se ha reducido el nivel alto en un 86.28%, también se ha logrado aumentar el caudal de salida de las aguas servidas representando una mejora de 12.01%, además se ha logrado aumentar la capacidad de almacenamiento de aguas servidas almacenadas representando un 32.85% de dicho incremento; esto se corrobora con el análisis estadístico al comparar la productividad antes y después de la mejora realizada a través de la prueba T-Student para muestras independientes obteniendo un nivel de significancia P menor a alfa, lo que significa aceptar las hipótesis que son significativamente mayor que antes de la mejora.

Palabras clave: cámara de bombeo, aguas servidas, mantenimiento preventivo.

## ABSTRACT

The objective of the present investigation was to improve the functioning of the sewage pumping chamber at the San Martin station in the province of Piura, through the implementation of a maintenance plan, which established a sample of a population of two months. before and two months after the improvement of the method. The study allowed to maintain the average level of the sewage of the humid chamber, which has been reduced to a high level by 86.28%, it has also been possible to increase the outflow of wastewater, representing an improvement of 12.01%. has managed to increase the storage capacity of stored wastewater representing 32.85% of said increase; this is corroborated with the statistical analysis when comparing the productivity before and after the improvement made through the T-Student test for independent samples obtaining a level of significance P less than alpha, which means accepting the hypotheses that are significantly higher than before the improvement.

Keywords: pumping chamber, sewage, preventive maintenance.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Realidad Problemática**

La EPS GRAU S.A. es la empresa objeto de esta investigación, es una empresa de carácter municipal de derecho privado, siendo conformada como una empresa S.A. que goza de autonomía técnica, económica y además administrativa.

Su objeto social, es la prestación de los servicios relacionados con la producción y además la distribución de agua potable a la población; además la recolección, tratamiento de las aguas residuales y pluviales de la ciudad de Piura.

La EPS Grau ha seguido dando sus servicios en la región Piura, teniendo la condición de empresa única en: primero la captación, almacenamiento, tratamiento y distribución del agua potable, y segundo: la evacuación y mejor disposición de las aguas residuales. (GRAU)

Una de las tareas diarias más importantes que realiza la empresa, es el rebombeo de las aguas servidas hacia las lagunas de oxidación, lo cual realiza a través de varias estaciones, siendo la más importante la estación San Martín.

De no realizarse o suspenderse este servicio de rebombeo ocasiona el colapso y desbordamiento de los desagües en un amplio sector de la ciudad de Piura, con las consecuencias de contaminación y emisión de gases tóxicos que producen un impacto ambiental considerable a la población (deterioro estético, malos olores, proliferación de vectores y enfermedades a la piel, broncopulmonares, etc.).

Además, se producen daños internos a la estación producto de los reboses de la cámara húmeda, malogrando la vida útil de las estructuras de la propia estación tales como los postes de alumbrado, pintura de las paredes, escaleras, etc.

En la actualidad, las reiteradas fallas en los motores de la estación obligan a realizar suspensiones del bombeo casi de forma semanal con las consecuencias antes señaladas y esto por la ausencia de un adecuado plan de mantenimiento preventivo.

Hoy no se cuenta con un procedimiento establecido para los trabajos de reparación de bombas en el taller de rebobinado, los trabajos se realizan sin ningún seguimiento por parte del área de mantenimiento especialmente el área de mecánica y los resultados de las reparaciones no son bien realizadas y se vuelven a tener el mismo problema, ocasionando que la vida útil de funcionamiento de los motores se reduzca.

Además, las aguas servidas que son bombeadas por el motor, presentan una gran cantidad de residuos sólidos que han sido arrojados por la misma población por falta de cultura ambiental y sanitaria, lo cual fuerza el funcionamiento del motor a parámetros excesivos reduciendo su vida útil del motor.

A esto sumamos que los operadores de las estaciones carecen de conocimientos básicos de mecánica y electricidad, de tal forma que ante una eventualidad se limitan a parar la estación y comunicar al área de mantenimiento, pasando un tiempo considerable hasta que el personal de mantenimiento capacitado para dichos trabajos se pueda hacer cargo de la situación de emergencia dando solución al problema generado.

## **1.2 Trabajos Previos**

**Arzuaga (2004)** en su monografía de grado “Análisis de confiabilidad en los equipos de bombeo de aguas residuales” para optar el título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento en la Universidad Industrial

de Santander – Bucaramanga – Colombia. Se plantea como objetivo general, analizar el nivel de confiabilidad en los equipos de bombeo de aguas residuales, enfocando el estudio en la estación norte que es la principal de todas y donde son descargadas todas las aguas residuales y enviadas al depósito final en la ciudad de Santa Marta.

Considera que en equipos donde se presenta una alta tasa de fallas, elevados costos de mantenimiento y además una baja confiabilidad requieren un estudio basado en dichos factores donde se pretenda buscar la manera de que los equipos funcionen en su punto óptimo. El análisis se inicia con el estudio de la tasa de fallas, seguido del cálculo de la probabilidad de la falla, para luego, con los modos analizar las causas de fallas y la manera de corregirlos (GUTIERREZ, 2004).

Bonilla (2011) en su tesis denominada “Estudio del mantenimiento de las estaciones de bombeo en EMAPA para incrementar la disponibilidad de las maquinarias” para obtener el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad de Ambato-Ecuador” se plantea como objetivo la determinación de un modelo de mantenimiento que sea capaz de adaptarse a los distintos parámetros de trabajo de la maquinaria para aumentar la disponibilidad de las maquinarias en las cámaras de bombeo de EMAPA.

Determinó las siguientes tareas de mantenimiento: limpieza del motor en su interior, un reajuste periódico del motor y de la bomba, además el cambio de grasa y la lubricación de rodamientos de motor y bomba, cambio de rodamientos, prueba de estator, medición de la resistencia eléctrica del motor, cambio de anilla de desgaste de bomba, revisión de conjunto móvil de bomba, lubricación de matrimonio, cambio de aceite, análisis de aceite de transformador, revisión de tablero, limpieza de válvula de compuerta, revisión de válvula de retención y revisión de válvula. Además, que, al tener una intervención a tiempo de la maquinaria, se evita el deterioro de la maquinaria prolongando de esta manera su vida útil.

**Barboza (2013)** en su tesis “Sistema de detección de fallas para una bomba centrífuga” para optar el título de Ingeniero Electrónico en la Pontificia Universidad Católica del Perú, se fundamentó en un análisis de las vibraciones. Los estudios realizados incluyeron el funcionamiento de la bomba centrífuga, la selección de un mejor método para detectar las fallas y sobre todo en el diseño del Sistema que permita realizar una evaluación de Fallas mediante el cual sea posible conocer el diseño en la bomba centrífuga localizada en la Planta del Intercambiador de Calor, que es el lugar donde se realizaron las pruebas. El sistema desarrollado, detectó de manera correcta, fallas de bridas al mal alineamiento en las bombas centrífugas estudiadas.

**Salas (2012)** en su trabajo de investigación denominado “Propuesta de mejora del programa de mantenimiento preventivo actual en las etapas de prehilado e hilado de una fábrica textil” en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas se plantea como objetivos: Crear una cultura corporativa destinada a lograr la mejor eficacia posible en el sistema de producción y en la operatividad de los equipos y maquinarias, e implantar un programa de mantenimiento preventivo con la finalidad de alcanzar el objetivo de minimizar las pérdidas concentrando las actividades en grupos pequeños de trabajo.

Llega a la conclusión, que la falta de un eficiente mantenimiento, repercute notablemente en la operatividad de las máquinas y su capacidad de producción. Además, que la causa raíz que ocasiona el exceso de horas durante la ejecución del mantenimiento preventivo, es la falta de limpieza a las principales piezas de las máquinas que debe darse diariamente, y al momento de la inspección se detecta la falta de limpieza, lo cual afecta en su rendimiento y prolonga la duración de la ejecución del mantenimiento preventivo.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

#### **Sistema de bombeo de aguas servidas**

En su estudio de ingeniería sanitaria comenta lo siguiente. Una estación de bombeo queda constituida por el conjunto de bombas y equipos auxiliares necesarios para la impulsión de aguas, ya sean pluviales o residuales. (AYZA, 2008).

Se justifica la construcción de una estación de bombeo cuando se tienen terrenos planos y extensos, donde los colectores pueden llegar a profundidades mayores a los 4 metros.

Para elevar las aguas residuales de área que tienen cotas más bajas a áreas con elevaciones mayores.

Para permitir que se realice la descarga por gravedad de las aguas residuales de colectores y emisarios a las plantas de tratamiento o a cuerpos receptores.

#### **Ubicación**

##### **Deben tomarse en consideración los factores:**

Condicionamiento del sitio

Nivel de evacuación o drenaje del terreno

Menor altura promedio entre los puntos de succión y de bombeo

Cotas de acceso por encima de las cotas de inundación, o en todo caso viendo la posibilidad de una adecuada protección.

Estabilidad geotécnica del terreno.

Está compuesta por una cámara húmeda, que tiene por función almacenar el agua para su rebombeo. Cámara seca, donde se encuentran instalados los equipos para el bombeo de las aguas residuales y un Sistema de bombeo: conformado por: las bombas, motores eléctricos. Dentro del sistema de bombeo consideramos las tuberías de succión, tubería de descarga y las válvulas.

## **Instrumentación**

Tiene fundamentalmente dos propósitos:

Enviar al tablero eléctrico la señal necesaria para que se produzca el funcionamiento de las bombas, según los niveles de agua en la cámara húmeda.

Dar información en oportuna acerca del funcionamiento de la instalación.

Para Determinar un punto de funcionamiento de un sistema de bombeo se depende de las características de la bomba y del sistema por el que va a tener lugar la impulsión de las aguas residuales.

La selección de las bombas en sistemas de aguas residuales, se deben considerar los siguientes caudales (Q) de la red de alcantarillado:

La capacidad de las bombas debe impulsar el máximo caudal del proyecto. Los caudales antes mencionados son importantes para una adecuada selección de equipos que funcionen de la manera más eficiente posible para los caudales medios.

## **Mantenimiento.**

Es el trabajo mediante el cual se cuida y restaura hasta un nivel económico adecuado, todos los elementos de producción que hay en una planta.

Se define como: "aquellas actividades realizadas a equipos e instalaciones, con la finalidad de corregir (mantenimiento correctivo) o prevenir (mantenimiento preventivo) las fallas, tratando de no interrumpir la continuidad en la prestación del servicio para el cual están destinados". Dado que los equipos por sí solos no son capaces de mantenerse en buen funcionamiento, deben contar con un equipo adecuado, creándose así el departamento de mantenimiento de las empresas (**SEBODIA, 2012**).

**El mantenimiento preventivo (MP)** se definió, como una las tareas debidamente planeadas y que se realizan con el fin de contrarrestar las causas de fallas potenciales de manteniendo las condiciones para las cuales fue creado un activo. Puede planearse y programarse en función del tiempo, el uso o la condición de los equipos. Se prefiere antes que el mantenimiento correctivo por las siguientes razones:

Las fallas pueden ser menores mediante una lubricación adecuada, limpieza, ajuste e inspecciones.

Ayuda a disminuir la gravedad de la falla y el posible efecto en otras partes del sistema del equipo, mitigando así las consecuencias negativas.

Vigilar un parámetro, como la vibración de una máquina, que fuese el aviso de una falla inminente.

Por último, hay notables diferencias en costos debido a que la falla a menudo ocasiona en la empresa un gran daño a la producción y a la producción, y además el costo de mantenimiento real en situaciones de emergencia se eleva en relación con lo planificado.

Existen indicadores de efectividad del mantenimiento preventivo.

Disponibilidad total: Es uno de los indicadores más importantes al medir el mantenimiento y además el que es más factible de manipular. Su cálculo es sencillo: se divide el Nº de hrs. En las cuales el equipo ha estado disponible para producir y el Nº total de horas que tiene el periodo analizado (Garrido, 2009-2016).

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$$

Disponibilidad por averías: Intervenciones no programadas:

$$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas de parada por avería}}{\text{Horas totales}}$$

Este indicador no considera, las paradas programadas de los equipos.

MTBF (Mid Time between Failure, tiempo medio entre fallos).

Nos muestra con qué frecuencia se presentan averías:

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de Horas totales del periodo de tiempo analizado}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$$

MTTR (Mid Time Trepair, tiempo medio de reparación).

Nos da una idea de la magnitud o importancia de las averías producidas en un equipo considerando el tiempo hasta que esta queda resuelta:

$$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paro por avería}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$$

#### **1.4 Formulación del problema**

##### **General.**

¿Cuánto mejorará el funcionamiento de la cámara de bombeo de aguas servidas mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a la estación San Martín en EPS Grau?

##### **Específica**

¿Cómo mantener el nivel de agua de la cámara de bombeo en un valor medio mediante la instalación de una electrobomba en la estación San Martín en E.P.S. Grau?

¿Cuánto aumentará el caudal de salida de aguas servidas mediante el incremento de la capacidad de las electrobombas de la estación San Martín en EPS Grau?

¿Cuánto aumenta la capacidad de almacenamiento de aguas servidas mediante la limpieza de la cámara húmeda de la estación San Martín en E.P.S. Grau?

## **1.5 Justificación del estudio**

El presente estudio se justifica, mediante el impacto potencial práctico, desde el punto de vista empresarial, por buscar disminuir los costos que involucra el mantenimiento y la reparación de los motores eléctricos de la estación de bombeo de aguas servidas en San Martín que es una estación madre donde confluyen todas las aguas servidas del distrito Veintiséis de Octubre, para ser impulsadas hacia la laguna de oxidación.

Además, permite desde el punto de vista social, disminuir los riesgos ambientales, producidos por el desbordamiento de las aguas servidas al quedar suspendido el bombeo por fallas de los motores, evitando la proliferación de vectores portadores de la malaria y el dengue, así como el deterioro estético de la ciudad y malos olores que permitirán mejorar la calidad de vida de la población.

Se debe considerar a los usuarios de los servicios valorar el interés de la empresa, por mejorar el servicio de saneamiento para de esta manera reducir los problemas que perjudican a la población.

Esta investigación nos conllevará a mejorar el funcionamiento de la cámara de bombeo de aguas servidas, y al mismo tiempo, lograr el bienestar de la población que recibe el servicio e saneamiento, mitigando los derrames de aquellas aguas en las calles de la ciudad deteriorando la salud pública, contribuyendo a mayores beneficios y mayor bienestar colectivo.

## **1.6 Hipótesis**

### **General**

El funcionamiento de la cámara de bombeo de aguas servidas mejora mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a la estación San Martín en E.P.S. Grau

## **Específicas**

La instalación de una electrobomba va a mantener un nivel medio de aguas servidas en la cámara húmeda en la estación San Martín en E.P.S. Grau.

El incremento de la capacidad de las electrobombas de la estación San Martín en E.P.S. Grau es eficaz porque va a aumentar el caudal de salida de aguas servidas.

Mediante la limpieza de la cámara húmeda de la estación San Martín en E.P.S. Grau aumenta la capacidad de almacenamiento de aguas servidas

## **1.7 Objetivos**

### **General**

Mejorar el funcionamiento de la cámara de bombeo de aguas servidas mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a los motores de la estación San Martín en E.P.S. Grau

### **Específicos**

Mantener el nivel de agua de la cámara de bombeo en un valor medio mediante la instalación de una electrobomba en la estación San Martín en E.P.S. Grau.

Aumentar el caudal de salida de aguas servidas mediante el incremento de la capacidad de las electrobombas de la estación San Martín en E.P.S. Grau.

Aumentar la capacidad de almacenamiento de aguas servidas mediante la limpieza de la cámara húmeda de la estación San Martín en E.P.S. Grau.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación.

**Tipo:** Experimental “Donde los experimentos manipulan variables independientes para ver efectos sobre variables dependiente (Hernández, Fernández, Batista, 1997).

**Nivel:** La presente investigación será descriptiva, donde se mide, se evalúan o recolectan datos de información, o fenómenos a investigar del mismo tipo (Hernández, Fernández, Batista, 1997).

**Diseño:** El diseño en la presente investigación es pre-experimental; pre- test, post-test con un solo grupo para realizar dicho estudio siendo así se detalla a continuación.

$$G_i \quad O_i \quad X_i \quad O_i$$

Dónde:

$G_i$  = Grupo de estudio seleccionado en el muestreo, encontrándose en la cámara de bombeo de la estación San Martin.

$O_i$  = Observación de valores de los indicadores asociados al grupo de estudio antes, siendo la cámara de bombeo de la estación San Martin.

$X_i$  = Es el experimentado, acciones, elementos que participan y alteran la normalidad, siendo la aplicación del plan de mantenimiento.

$O_i$  = Observación de los valores de los indicadores asociados al grupo de estudio después, siendo la medición en la cámara de bombeo de la estación San Martin.

### 2.2. Variables de operacionalización

**Variable independiente:** Mantenimiento preventivo (anexo 10).

**Variable dependiente:** Funcionamiento del sistema de bombeo de aguas servidas.

Tabla N° 1. Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Mantenimiento preventivo (vi)</b>	El mantenimiento preventivo (MP) se definió como una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de funciones para las que fue creado un activo (Sebodia, 2012).	$Disponibilidad = \frac{Horas\ totales - Horas\ de\ parada\ por\ mantenimiento}{Horas\ totales}$	Horas totales de operación en el periodo	Razón
			Horas paradas por mantenimiento en el periodo	Razón
		$MTBF = \frac{N^{\circ}\ de\ horas\ totales\ del\ periodo\ de\ tiempo\ analizado}{N^{\circ}\ de\ averias}$	Horas totales del periodo	Razón
			Número de fallos en el periodo	Razón
		$Disponibilidad\ por\ averia = \frac{Horas\ totales - Horas\ de\ parada\ por\ averia}{Horas\ totales}$	Horas de paro por averías en el periodo	Razón
<b>Funcionamiento de la cámara de bombeo de aguas servidas (vd)</b>	“Las cámaras de bombeo son estructuras destinadas a elevar un fluido desde un nivel energético inicial, a un nivel energético mayor” (Wikipedia, 2006)	$Q=V*S$ Se medirá mediante la lectura del caudalímetro instalado en la entrada de la cámara de bombeo	Capacidad de almacenamiento	Razón
		$Q=V*S$ Se medirá mediante la lectura del caudalímetro instalado en la salida de la línea de impulsión	Caudal de salida de aguas servidas.	Razón
		$V = \pi r^2*H$ Se medirá con un medidor ultrasónico de nivel la altura a la que llegan las aguas servidas en la cámara húmeda	Nivel medio de las aguas servidas.	Razón

Elaboración Propia

### 2.3. Población, muestra y muestreo

En la presente investigación la población y muestra varía de acuerdo a cada indicador ya que requiere de una población distinta y que se encuentran dentro del estudio para la obtención de los datos correspondientes.

Tabla N°2: Población, muestra y muestreo

<b>N° Indicador</b>	<b>Población</b>	<b>Muestra</b>	<b>Muestreo</b>
<b>Nivel medio de las aguas servidas.</b>	Cámara húmeda de la estación de bombeo San Martín.	Cámara húmeda de la estación de bombeo San Martín de julio a octubre de 2017.	No hay muestreo
<b>Caudal de salida de aguas servidas.</b>	Todos los Motores de la estación de bombeo San Martín.	Todos los Motores de la estación de bombeo San Martín de julio a octubre de 2017.	No hay muestreo
<b>Capacidad de almacenamiento de las aguas servidas.</b>	Cámara húmeda de la estación de bombeo San Martín.	Cámara húmeda de la estación de bombeo San Martín de julio a octubre de 2017.	No hay muestreo

Fuente: elaboración propia.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de la recolección de datos, validez confiabilidad.

Tabla 3. Técnica e instrumentos de recolección de datos

<b>Indicador</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento de recolección de datos</b>	
<b>Nivel medio de las aguas servidas.</b>	Observación	Registro de niveles de aguas servidas	Anexo1
<b>Caudal de salida de aguas servidas.</b>	Observación	Registro de caudales de salida	Anexo3
<b>Capacidad de almacenamiento de las aguas servidas</b>	Observación	Registro de la capacidad de almacenamiento.	Anexo5

Fuente: elaboración propia.

La técnica empleada para la recolección de datos, será el análisis documental, mediante una ficha de análisis donde se registrarán los datos. Dichas fichas serán validadas por profesionales de la especialidad que garantizan su validez y confiabilidad (anexo 11, 12, 13)

## 2.5. Métodos de análisis de datos

Luego de la recolección de los datos de cada indicador como también el instrumento validado, los mismos que fueron ingresados en hojas de cálculo, para luego realizar un análisis a través de los métodos requeridos.

El indicador nivel medio de las aguas servidas es de carácter cuantitativo, es por ello que fue analizado a través de la estadística descriptiva con el uso de tablas.

El indicador caudal de salida de aguas servidas por lo mismo que es de carácter cuantitativo fue analizado de la estadística descriptiva haciendo uso de tablas.

El indicador capacidad de almacenamiento de las aguas servidas es de carácter cuantitativo fue analizado a través de la estadística descriptiva utilizando tablas.

Para probar la hipótesis se realizó la prueba estadística T-Student para muestras no relacionadas previa evaluación de su comportamiento de normalidad con la prueba Shapiro-Wilk.

## **2.6. Aspectos éticos**

En la presente investigación, se desarrolló con especial cuidado en citar los autores que fueron consultados, mencionando todos aquellos que han sido tomados como referencias dentro del marco teórico, los antecedentes de la investigación y en otras partes de la misma.

Así mismo se mantendrán los principios de reserva y confidencialidad respecto a la información de carácter reservada de EPS GRAU S.A.

### III.RESULTADOS

#### Nivel de agua de la cámara de bombeo en un valor medio

En la figura 1 se muestra los niveles de las aguas servidas almacenadas en la cámara húmeda de los meses julio a octubre 2017.

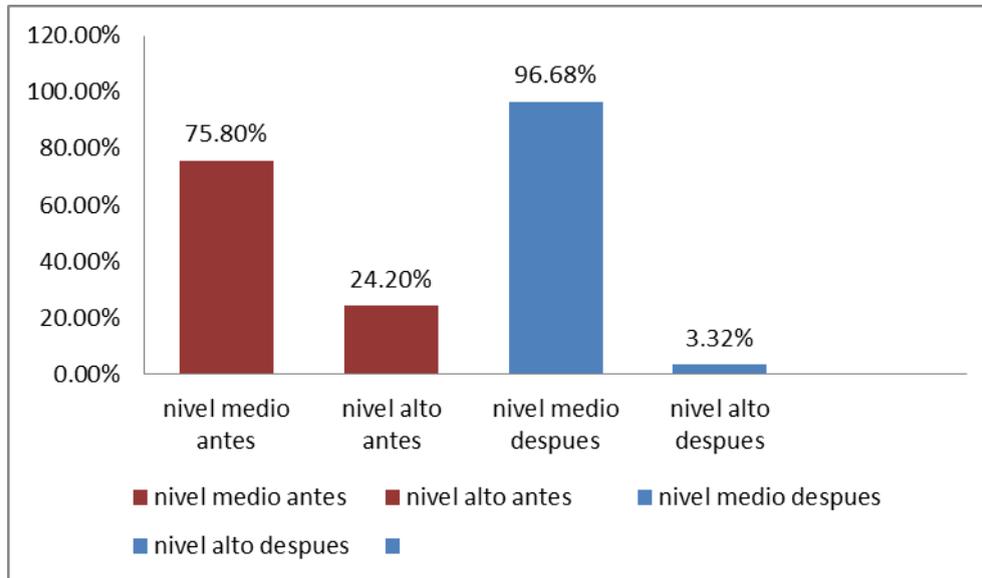


Figura 1. Nivel medio de las aguas servidas.

Fuente: elaboración propia en base a los anexos 1,2.

**El resultado** de la figura 1, muestra que antes de la aplicación de la mejora el nivel alto de aguas servidas representa un 24.20% en promedio, en los meses de julio y agosto de 2017; con la instalación de la electrobomba (ver anexo 7,8,9) el nivel alto de aguas servidas ha disminuido representando un 3.32% en promedio en los meses de setiembre y octubre de 2017, la cual significa la reducción del nivel alto de un 86.28 %, evitando de esta manera el derrame de dichas aguas servidas.

### **Caudal de salida de aguas servidas antes y después de la mejora en la estación de bombeo.**

**En la figura 2** se muestra el caudal de salida de las aguas servidas de la cámara húmeda de los meses julio a octubre 2017.

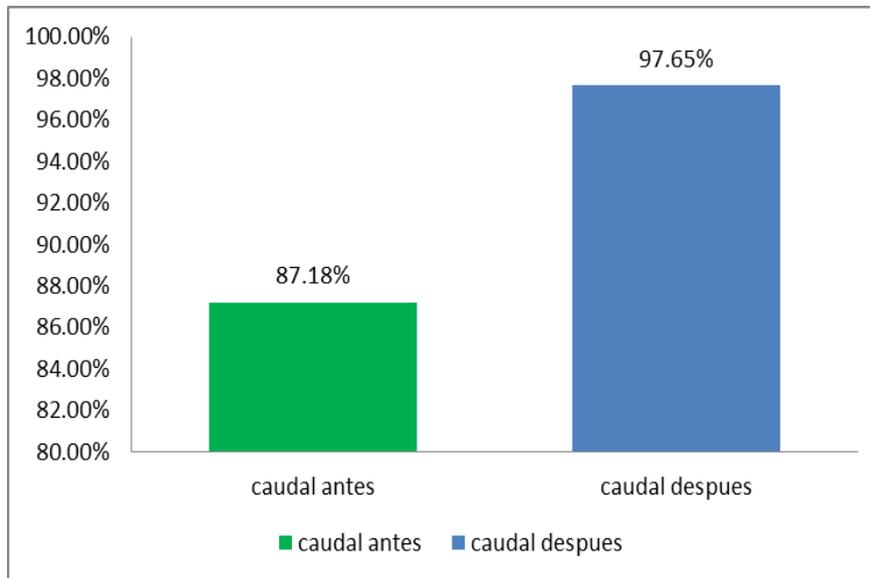


Figura 2. Caudal de salida de las aguas servidas de la estación de bombeo.

Fuente: elaboración propia en base a los anexos 3, 4.

El resultado de la figura 2, muestra que antes de la aplicación de la mejora, el caudal de salida de las aguas servidas representa un 87.18% en promedio de los meses de julio y agosto de 2017; con la instalación de una tercera bomba en el área bombeo el caudal de salida de aguas servidas se ha incrementado representando un 97.65% en promedio de los meses de setiembre y octubre de 2017, la cual significa el aumento del caudal de salida de un 12.01%.

### **Capacidad de almacenamiento de aguas servidas de la cámara húmeda de la estación de bombeo antes y después de la mejora.**

En la figura 3 se muestra la capacidad de almacenamiento de aguas servidas de la cámara húmeda de los meses julio a octubre 2017.

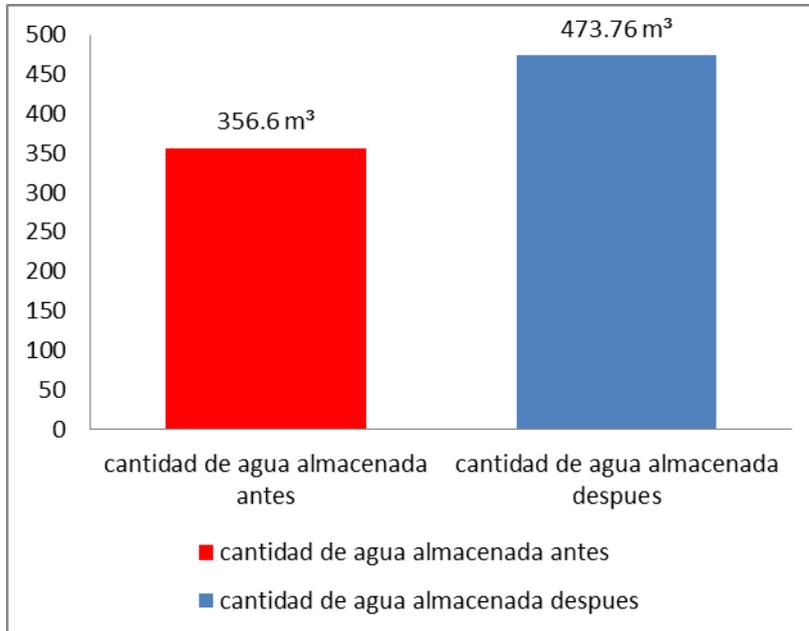


Figura 3. Capacidad de almacenamiento de aguas servidas de la cámara húmeda de la estación de bombeo.

Fuente: elaboración propia en base al anexo 5,6.

El resultado de la figura 3, muestra que antes de la aplicación de la mejora, el volumen de almacenamiento de las aguas servidas es de 356.60 m<sup>3</sup> en promedio de los meses de julio y agosto de 2017; con la aplicación de la mejora el volumen de almacenamiento de aguas servidas es de 473.76 m<sup>3</sup> en promedio de los meses de setiembre y octubre de 2017, la cual significa el aumento del volumen almacenado de 117.16 m<sup>3</sup> de aguas servidas almacenadas representando un 32.85% de dicho incremento.

**Contratación de la hipótesis:**

**La instalación de una electrobomba va a mantener un nivel medio de aguas servidas en la cámara húmeda en la estación San Martín en E.P.S. Grau.**

**Ho:** La instalación de una electrobomba no va a mantener un nivel medio de aguas servidas en la cámara húmeda en la estación San Martín en E.P.S. Grau.

**H1:** La instalación de una electrobomba va a mantener un nivel medio de aguas servidas en la cámara húmeda en la estación San Martín en E.P.S. Grau.

**El criterio para decidir es:**

Si la probabilidad obtenida P-valor  $\leq \alpha$ , rechace Ho (se acepta H1)

Si la probabilidad obtenida P-valor  $> \alpha$ , no rechace Ho, (se acepta Ho)

**Tabla N°3: Prueba de hipótesis de muestras relacionadas.**

<b>Prueba de muestras relacionadas</b>									
		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Medida de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
P	nivel medio antes-	6,00	5,65	4,000	-	56,82	1,500	1	,034
a	nivel medio después	000	685	00	44,82	482			

**Fuente: elaboración propia.**

La prueba t-Student de muestras relacionadas obtenida antes y después de la mejora se tiene un nivel de significancia de P-Valor 0.034 el cual es menor a  $\alpha = 0.05$ ; esto nos permite aceptar la hipótesis 1: “La instalación de una electrobomba va a mantener un nivel medio de aguas servidas en la cámara húmeda en la estación San Martín en E.P.S. Grau”, realizando la evaluación de su comportamiento de normalidad con la prueba Shapiro-Wilk.

**El incremento de la capacidad de las electrobombas de la estación San Martín en E.P.S. Grau es eficaz porque va a aumentar el caudal de salida de aguas servidas.**

**Ho:** El incremento de la capacidad de las electrobombas de la estación San Martín en E.P.S. Grau no es eficaz porque va a aumentar el caudal de salida de aguas servidas.

**H1:** El incremento de la capacidad de las electrobombas de la estación San Martín en E.P.S. Grau es eficaz porque va a aumentar el caudal de salida de aguas servidas.

El criterio para decidir es:

Si la probabilidad obtenida P-valor  $\leq \alpha$ , rechace Ho (se acepta H1)

Si la probabilidad obtenida P-valor  $> \alpha$ , no rechace Ho, (se acepta Ho)

Tabla N°4: Prueba de hipótesis de muestras relacionadas.

Prueba de muestras relacionadas									
		Diferencias relacionadas					T	Gl	Sig. (bilateral)
		Mediana	Desviación estándar	Mediana de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
P ar 1	Caudal antes – caudal después	71,075	21,701	15,345	-123,901	266,051	4,632	1	,038

Fuente: elaboración propia.

La prueba t-Student de muestras relacionadas obtenida antes y después de la mejora se tiene un nivel de significancia de P-Valor 0.038 el cual es menor a  $\alpha = 0.05$ ; esto nos permite aceptar la hipótesis 1: “El incremento de la operatividad de los motores de la estación San Martín en E.P.S Grau es eficaz porque aumenta el caudal de salida de aguas servidas”, realizando la evaluación de su comportamiento de normalidad con la prueba Shapiro-Wilk.

**Mediante la limpieza de la cámara húmeda de la estación San Martín en E.P.S. Grau aumenta la capacidad de almacenamiento de aguas servidas.**

**Ho:** Mediante la limpieza de la cámara húmeda de la estación San Martín en E.P.S. Grau no aumenta la capacidad de almacenamiento de aguas servidas.

**H1:** Mediante la limpieza de la cámara húmeda de la estación San Martín en E.P.S. Grau aumenta la capacidad de almacenamiento de aguas servidas.

**El criterio para decidir es:**

Si la probabilidad obtenida P-valor  $\leq \alpha$ , rechace Ho (se acepta H1)

Si la probabilidad obtenida P-valor  $> \alpha$ , no rechace Ho, (se acepta Ho)

Tabla N°5: Prueba de hipótesis de muestras relacionadas.

Prueba de muestras relacionadas									
		Diferencias relacionadas					t	Gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Pa r 1	volumen antes - volumen después	119,155	3,160	2,235	90,756	147,553	53,313	1	,012

Fuente propia.

La prueba t-Student de muestras relacionadas obtenida antes y después de la mejora se tiene un nivel de significancia de P-Valor 0.012 el cual es menor a  $\alpha = 0.05$ ; esto nos permite aceptar la hipótesis 1: “Mediante la limpieza de la cámara húmeda de la estación San Martín en E.P.S. Grau aumenta la capacidad de almacenamiento de aguas servidas”, realizando la evaluación de su comportamiento de normalidad con la prueba Shapiro-Wilk.

#### IV. DISCUSIÓN

Se ha logrado mantener el nivel medio de las aguas servidas en la cámara húmeda de la estación de bombeo San Martín en la empresa EPS Grau, se tomó

como referencia a Arzuaga y Gutiérrez (2004) que realiza la investigación con el objetivo de analizar el nivel de confiabilidad en los equipos de bombeo de aguas residuales, enfocando el estudio en la estación norte que es la principal de todas y donde son descargadas todas las aguas residuales y enviadas al depósito final en la ciudad de Santa Marta, de igual manera en este estudio después de la instalación de la electrobomba, se determinó que se mantiene el nivel medio de las aguas servidas que se descargan en la cámara húmeda.

Se ha logrado aumentar el caudal de salida de las aguas servidas en la cámara húmeda de la estación de bombeo San Martín en la empresa EPS Grau, se tomó como referencia a Bonilla (2011) la cual hace un estudio en la estación de bombeo de EMAPA para incrementar la disponibilidad de las maquinarias de bombeo y así aumentar su rendimiento, de igual manera en este estudio después de la mejora, se determinó que se aumenta el caudal de salida de las electrobombas para así transportar las aguas servidas hacia las lagunas de oxidación.

Se ha logrado aumentar la capacidad de almacenamiento de las aguas servidas en la cámara húmeda de la estación de bombeo San Martín en la empresa EPS Grau, se tomó como referencia a Salas (2012) la cual realiza un estudio con la finalidad de mejorar el plan de mantenimiento donde indica realizar limpieza a las principales piezas de las maquina e instalaciones para mejorar el rendimiento y la producción, de igual manera en este estudio después de la limpieza de la cámara húmeda se determinó que se aumenta la capacidad de almacenamiento de las aguas servidas que llegan a la estación de bombeo.

## V. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados de la investigación se ha logrado mantener el nivel medio de las aguas servidas de la cámara húmeda, antes de la mejora el nivel alto de aguas servidas representa un 24.20% en promedio y con la aplicación de la mejora el nivel alto de aguas servidas ha disminuido representando un 3.32% en promedio la cual significa la reducción del nivel alto de un 86.28 %, evitando de esta manera el derrame de dichas aguas servidas.
2. También se ha logrado aumentar el caudal de salida de las aguas servidas, antes de la aplicación de la mejora, el caudal de salida de las aguas servidas representa un 87.18% en promedio y con la aplicación de la mejora el caudal de salida de aguas servidas se ha incrementado representando un 97.65% en promedio la cual significa el aumento del caudal de salida de un 12.01%.
3. Además se ha logrado aumentar la capacidad de almacenamiento de aguas servidas, antes de la aplicación de la mejora, el volumen de almacenamiento de las aguas servidas es de 356.60 m<sup>3</sup> en promedio y con la aplicación de la mejora el volumen de almacenamiento de aguas servidas es de 473.76 m<sup>3</sup> en promedio la cual significa el aumento del volumen almacenado de 117.16 m<sup>3</sup> de aguas servidas almacenadas representando un 32.85% de dicho incremento.

## **VI. RECOMENDACIONES**

A la empresa EPS Grau, mantener la aplicación de las mejoras ya que así evitaremos los derrames de aguas servidas hacia las calles de nuestra ciudad manteniendo el nivel medio de estas aguas en la cámara húmeda.

A los operadores de la estación cámara San Martín que se debe seguir trabajando con tres bombas para de esta manera seguir con el aumento del caudal de salida de las aguas servidas.

A la empresa EPS GRAU, Seguir mejorando en la limpieza de la cámara húmeda y realizarlo con más frecuencia y así disponer de mayor capacidad de almacenamiento de aguas servidas.

## VII. REFERENCIAS

AYZA, Amilkar Ernesto Alaya. Estaciones de bombeo de aguas residuales. oururo : S/N., 2008.

BARBOZA Cervan Anderson Paulino . Sistema de deteccion de fallas para una bomba centrifuga. Lima : s.n., 2013.

BONILLA, Parra Santiago Rodrigo. Estudio de mantenimiento de las estaciones de bombeo en EMAPA para incrementar la disponibilidad de las maquinarias. Tesis. Ecuador : 2011.

EPS GRAU S.A. <https://goo.gl/KzI9fe>

GARRIDO, SANTIAGO GARCÍA. 2009-2016. <https://goo.gl/EEBojS>

GUTIERREZ Castillo,Luis Felipe y ARZUGA Salazar Jose Luis. Analisis de confiabilidad en los equipos de bombeo de aguas residuales . bucaramanga : s.n., 2004.

SALAS, MACEDA MARIO DANIEL. propuesta de mejora del programa de mantenimiento preventivo actual en las etapas de prehilado e hilado de una fabrica textil. lima : s.n., 2012.

SEBODIA, Izquierdo. Oscar 2012. Plan de mantenimieento electromecanico de las estaciones de la EPS GRAU S.A. Piura : S/N, 2012.

ENCICLOPEDIA libre. wikipedia 2006. <https://goo.gl/TmxoWt>.

HERNÁNDEZ,FERNANDEZ,BATISTA,1997

<https://www.esup.edu.pe/...investigacion/Metodologia>.

## ANEXOS

Anexo 1. Registro de niveles de la cámara húmeda de Julio y Agosto 2017.

Operación cámara San Martín julio-agosto 2017		
Día	Julio	Agosto
1	Nivel medio	Nivel medio
2	Nivel medio	Nivel medio
3	Nivel medio	Nivel medio
4	Nivel medio	Nivel alto
5	Nivel medio	Nivel medio
6	Nivel medio	Nivel alto
7	Nivel medio	Nivel alto
8	Nivel medio	Nivel medio
9	Nivel medio	Nivel medio
10	Nivel alto	Nivel alto
11	Nivel alto	Nivel medio
12	Nivel medio	Nivel medio
13	Nivel medio	Nivel medio
14	Nivel medio	Nivel alto
15	Nivel medio	Nivel alto
16	Nivel medio	Nivel medio
17	Nivel alto	Nivel medio
18	Nivel medio	Nivel medio
19	Nivel medio	Nivel medio
20	Nivel alto	Nivel alto
21	Nivel medio	Nivel medio
22	Nivel medio	Nivel alto
23	Nivel medio	Nivel medio
24	Nivel medio	Nivel medio
25	Nivel medio	Nivel medio
26	Nivel medio	Nivel alto
26	Nivel medio	Nivel alto
27	Nivel medio	Nivel medio
28	Nivel alto	Nivel medio
29	Nivel medio	Nivel medio
30	Nivel medio	Nivel medio
31	Nivel medio	Nivel medio
nivel medio	26	21
nivel alto	5	10

Fuente: EPS Grau.

Anexo 2. Registro de niveles de la cámara húmeda de setiembre y octubre de 2017.

Registro diario de operación cámara San Martín setiembre 2017		
Día	Setiembre	Octubre
1	Nivel medio	Nivel medio
2	Nivel medio	Nivel medio
3	Nivel medio	Nivel medio
4	Nivel medio	Nivel medio
5	Nivel medio	Nivel medio
6	Nivel medio	Nivel medio
7	Nivel alto	Nivel medio
8	Nivel medio	Nivel medio
9	Nivel medio	Nivel medio
10	Nivel medio	Nivel medio
11	Nivel medio	Nivel medio
12	Nivel medio	Nivel medio
13	Nivel medio	Nivel medio
14	Nivel medio	Nivel medio
15	Nivel medio	Nivel medio
16	Nivel medio	Nivel medio
17	Nivel medio	Nivel medio
18	Nivel alto	Nivel medio
19	Nivel medio	Nivel medio
20	Nivel medio	Nivel medio
21	Nivel medio	Nivel medio
22	Nivel medio	Nivel medio
23	Nivel medio	Nivel medio
24	Nivel medio	Nivel medio
25	Nivel medio	Nivel medio
26	Nivel medio	Nivel medio
26	Nivel medio	Nivel medio
27	Nivel medio	Nivel medio
28	Nivel medio	Nivel medio
29	Nivel medio	Nivel medio
30	Nivel medio	Nivel medio
31		Nivel medio
nivel medio	28	31
nivel alto	2	0

Fuente: EPS Grau.

Anexo 3. Registro de caudales del mes de Julio y Agosto de 2017

<b>Registro diario de monitoreo de caudal de la cámara San Martín julio-agosto 2017</b>		
<b>Día</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>
	<b>Caudal L/S</b>	<b>Caudal L/S</b>
1	166	166
2	166	95
3	166	166
4	166	95
5	166	95
6	166	100
7	166	95
8	166	166
9	166	166
10	100	95
11	100	166
12	166	166
13	166	166
14	166	100
15	166	95
16	166	166
17	95	166
18	166	95
19	166	166
20	95	95
21	166	166
22	166	100
23	166	166
24	166	166
25	166	100
26	166	95
27	166	95
28	95	166
29	166	166
30	166	166
31	166	166
Promedio	154.87	134.58

Fuente: EPS Grau.

Anexo 4. Registro de caudales del mes de Setiembre y Octubre de 2017.

<b>Registro diario de operación cámara San Martín setiembre-octubre 2017</b>		
<b>Día</b>	<b>Setiembre</b>	<b>Octubre</b>
	<b>Caudal L/S</b>	<b>Caudal L/S</b>
1	221	221
2	221	221
3	221	221
4	221	221
5	221	221
6	221	221
7	130	221
8	221	221
9	221	221
10	221	221
11	221	221
12	221	221
13	221	221
14	221	221
15	221	221
16	221	221
17	221	221
18	0	221
19	221	221
20	221	221
21	221	221
22	221	221
23	221	221
24	221	221
25	221	221
26	221	221
27	221	221
28	221	221
29	221	221
30	221	221
31		221
Promedio	210.60	221.00

Fuente: EPS Grau.

Anexo 5. Registro de volúmenes de almacenamiento de la acamara húmeda.

<b>(en litros)</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setiembre</b>	<b>Octubre</b>
Sólidos retirados de succión	0	0	9 m <sup>3</sup>	0
Caudal de salida neto	356,004	353,016	472,960.8	474,552
Variación del caudal	<b>0.17%</b>	<b>- 0.84%</b>	<b>33.98%</b>	<b>0.34%</b>

Fuente: EPS Grau.

Anexo 6. Sistema de bombeo de aguas residuales –cámara San Martín de EPS Grau.



Anexo 7. Implementación de bomba en paralelo al sistema de rebombeo.

<b>Se implementó otra bomba en paralelo al sistema de rebombeo</b>				
descripción de trabajos	plan 1	plan 2	plan 3	plan4
	20 set	21-27set	28-30set	1 oct
suministro de equipo	x			
montaje de equipo		X		
montaje de tablero		X		
puesta a tierra			x	
colocación de sensor			x	
puesta en marcha			X	
pruebas de funcionamiento				X

Fuente propia

Instalado un equipo en paralelo a los ya existentes, lograremos mantener un nivel medio en la cámara húmeda ya q si se paraliza la b1, podría automáticamente entrar a funcionar la B2-B3, si se paraliza la B2, podría automáticamente entrar a funcionar la B1-B3.

Anexo 8. Colocación de equipo de bombeo en paralelo.

ítem	Materiales	Unid
1	Bomba centrífuga de 125 hp 140 l/s	1
2	Niples bridados	2
3	Tablero eléctrico con arrancador electrónico	1
4	Sensor de nivel	1
5	Montaje eléctrico	1
6	Pozo a tierra	1
7	Puesta en marcha	1

Fuente propia

## Anexo 9: Registro Fotográfico de las mejoras en la cámara San Martín



**Imagen 1:** Armado de tablero



**Imagen 2:** Montaje de línea de impulsión



**Imagen 3.** Izado de motor eléctrico



**Imagen 4.** Montaje de electrobomba

## **Anexo 10. Plan de mantenimiento preventivo.**

### **Generalidades:**

La empresa EPS GRAU S.A es una entidad destinada a los servicios de agua y alcantarillado, por lo que sus equipos son de funcionalidad electromecánica, siendo requerido un plan de mantenimiento preventivo que permita disminuir costos en producción y paralizaciones emergentes.

El programa de mantenimiento se elabora teniendo en cuenta lo siguiente:

Registro de Equipos

Actividades de Mantenimiento (Normas)

### **Registro de equipos**

El primer paso para la elaboración del programa de mantenimiento será inventariar y recopilar información de todos los equipos e identificar su ubicación física, según una ruta que coincida con el recorrido del agua por las diferentes instalaciones y unidades del proceso.

Una vez inventariados los equipos, se procede a agruparlos por secciones, codificarlos y clasificarlos, por Cámaras de bombeo.

### **Descripción de las actividades de mantenimiento**

Contiene las actividades de mantenimiento que se deben realizar con cada equipo, con la finalidad de eliminar o disminuir los problemas más frecuentes que provocan la paralización intempestiva de una o varias máquinas.

Estas actividades se obtienen de los manuales de los fabricantes, de la experiencia de los trabajadores, etcétera, y tienen una duración anual o bienal, según se vaya comprobando su grado de eficiencia y aplicabilidad.

El Departamento de Mantenimiento elaboro unas NORMAS donde se describen las actividades principales y secundarias, las cuales están clasificadas en:

Normas Eléctricas (COD: EL)

Normas Mecánicas (COD: MC)

Normas Electromecánicas (COD: EM)

Normas Electrónicas (COD:ET)

En el siguiente cuadro se muestran las normas implementadas por el Departamento de Mantenimiento de la EPS GRAU:

<b>NORMAS ELECTRICAS</b>		<b>FRECUENCIA</b>						
<b>NORMA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A6</b>	<b>A12</b>	<b>A24</b>
EL-01	TABLERO DE ARRANQUE ELECTROMECHANICO		A2				A12	
EL-02	TABLERO DE LLEGADA			A3		A6	A12	
EL-03	TABLERO PLC		A2				A12	
EL-04	TABLERO VARIADOR DE VELOCIDAD			A3			A12	
EL-05	ARRANCADOR ESTADO SOLIDO				A4		A12	
EL-06	TABLERO ESTRELLA TRIANGULO		A2			A6		
EL-07	TABLERO DE BANCO CONDENSADORES		A2			A6		
EL-08	TABLERO DE TRANSFERENCIA MANUAL/AUTOM.					A6		
EL-09	CELDA DE MEDIA TENSION					A6		
EL-10	TRAFO-CELDA DE TRANSFORMACION					A6	A12	
EL-11	TRAFO-SUBESTACION AEREA					A6	A12	
EL-12	MOTOR ELECTRICO DE BOMBAS PARA SOLIDOS				A4			A24
EL-13	TECLES DE IZAJE ELÉCTRICO					A6	A12	
EL-14	TABLERO ELECTRICO		A2			A6		
EL-15	TRANSFORMADOR DE MEDICIÓN					A6	A12	
EL-16	SECCIONADOR					A6		
EL-17	TRANSFORMADOR DE POTENCIA					A6	A12	
EL-18	TRANSFORMADOR DE POTENCIA SIST. ALTERNATIVO GRUPO ELECTROGENO.					A6	A12	
EL-19	TRANSFORMADORES					A6	A12	
EL-20	TABLERO DE DISTRIBUCION DE BAJA TENSION		A2				A12	
EL-21	TRANSFORMIX					A6	A12	
EL-22	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA			A3			A12	
EM-01	GRUPO ELECTROGENO					A6		
EM-02	ELECTROBOMBA DE POZO PROFUNDO				A4			A24
EM-03	ELECTROB. SUMERGIBLE DE SOLIDOS			A3		A6		A24
EM-04	ELECTROBOMBA SUMIDERO					A6		A24
EM-05	ELECTROBOMBA CLORADORA					A6	A12	A24
EM-06	DESARENADOR		A2				A12	
EM-07	MOTOR DIESEL							
EM-08	SISTEMA HIDRONEUMATICO DE BOMBEO			A3		A6		
EM-09	COMPRESOR							
EM-10	MÁQUINA DE SOLDAR			A3		A6		
EM-11	MOTOR ELECTRICO			A3		A6	A12	
EM-12	MOTOR ELECTRICO DE EJE HUECO					A6	A12	
EM-13	ELECTROVÁLVULA DE PULSATOR	A1				A6	A12	
EM-14	ELECTROBOMBA DE COMBUSTIBLE							
MC-01	BOMBA PARA SOLIDOS					A6		A24

MC-02	BOMBA CENTRIFUGA DE AGUA			A3		A6		A24
MC-03	TECLES DE IZAJE MANUAL					A6	A12	
MC-04	CABEZAL DE TRANSMISION					A6		A24
MC-05	CARDAN					A6	A12	
MC-06	TANQUE DE COMBUSTIBLE						A12	
MC-07	VALVULA COMPUERTA					A6		A24
MC-08	VALVULA CHECK					A6		A24
MC-09	VALVULA MARIPOSA					A6	A12	
MC-10	VALVULA ALIVIO					A6		A24
MC-11	VALVULA AIRE					A6		
MC-12	VALVULA DE ALTITUD		A2			A6		A24
MC-13	BOYAS DE CONTROL DE NIVEL						A12	
MC-14	BALANZA MECÁNICA					A6	A12	
MC-15	PLATAFORMA DE BALANZA DIGITAL					A6	A12	
MC-16	COMPUERTA EN DESCARGA 8" Ø						A12	
MC-17	VALVULA COMPUERTA TIPO MACHO 8" Ø					A6	A12	
MC-18	BOMBA DE EJES SUMERGIBLE			A3			A12	
MC-19	UNIÓN DRESSER					A6	A12	
MC-20	BOMBA DE PISTON			A3			A12	
MC-21	CAJAS PARCIALIZACION					A6	A12	
MC-22	LÍNEA AIRE COMPRIMIDO						A12	
MC-23	PUENTE GRUA			A3			A12	
MC-24	REDUCTORES VELOCIDAD			A3			A12	
MC-25	TANQUE DE CONCRETO					A6	A12	
MC-26	VÁLVULA DE BILLA			A3			A12	
MC-27	VÁLVULA DE BOLA					A6	A12	
MC-28	VÁLVULA NEUMÁTICA DE PISTON							
MC-29	VÁLVULA NEUMÁTICA DIAFRAGAM CON JOUCOMATIC							
MC-30	COMPUERTA MURAL DE ACERO INOX S / REDUCTOR					A6	A12	
MC-31	COMPUERTA MURAL DE ACERO INOX C / REDUCTOR					A6	A12	
MC-32	PANEL DE SUPERVISOR-OPERADOR							
MC-33	AGITADORES C/REDUCTOR				A4		A12	
MC-34	MONTACARGAS MANUAL					A6	A12	
MC-35	REJILLA TIPO MALLA DE ACERO INOX			A3			A12	
ET-01	EXTRACTOR DE AIRE					A6		
ET-02	SISTEMA ELIMINADOR DE OLORES		A2					
ET-03	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO					A6		
ET-04	MEDIDOR DE CAUDAL					A6	A12	
ET-05	SENSOR/MEDIDOR DE NIVEL					A6		

Fuente: EPS Grau.

Cada una de estas Normas consta de un grupo de actividades que serán aplicadas al mantenimiento de dicho equipo. Estas normas deben ser realizadas bajo una frecuencia de actividades codificadas de la siguiente manera:

H : Actividad que se desarrolla cada hora.

D : Actividad que se desarrolla diariamente.

S : Actividad que se desarrolla semanalmente.

Q : Actividad que se desarrolla quincenalmente.

A1: Actividad que se desarrolla mensualmente

A2: Actividad que se desarrolla cada dos meses.

- A3: Actividad que se desarrolla cada tres meses  
A6: Actividad que se desarrolla cada seis meses.  
A12: Actividad que se desarrolla cada anualmente.  
A24: Actividad que se desarrolla cada dos años

PERIODO DE MTO.	BRIGADA	ACTIVIDADES	MATERIALES Y REPUESTOS	FRECUENCIA DE MTO.	RENDIMIENTO O Hr-h
<b>NORMA N° EL-01</b>		<b>TABLERO DE ARRANQUE ELECTROMECAÁNICO</b>			
DIARIO	OPERADOR	. Limpieza general del exterior del tablero.		A2	1
		. Reportar lectura horaria de parámetros eléctricos	. Tocuyo		
		. Verificar el buen de estado de lámparas de señalización	. Cuaderno de reporte		
		. Reportar condiciones anormales de trabajo			
2 MESES	TÉCNICOS	. Limpieza de polvo e insectos sobre los componentes interiores.	. Manómetro	A2	2
		. Reajuste de bornes	. Compresora con filtro.		
		. Calibración de rele térmico	. Destornilladores.		
		. Limpieza y lijado de contactos eléctricos	. Probador de relés		
		. Calibración de amperímetro y voltímetro	. Lija de agua		
12 MESES	TECNICOS	. Mantenimiento de 3 meses	. Pinza Amperimetrica	A12	3
		. Revisión y pruebas de vacío de arrancadores de motores	. Lija de agua		
		. Revisión de temporizadores, realizar ensayos de funcionamiento	. Solvente dieléctrico		
		. Revisión de platinos de contactores, asentamiento o cambio.	. Cinta aislante		
		. Revisión de todos los sistemas automáticos			

### Manuales de mantenimiento

Son instrucciones organizadas, redactadas a partir de los manuales, información técnica, etc, de los proveedores y fabricantes, donde se indica el procedimiento correcto y los pasos que se deben seguir para realizar un adecuado mantenimiento de los equipos.

Cuando los proveedores no pueden proporcionarnos estos elementos, se debe

buscar a técnicos expertos para elaborar este manual.

## **Guía para la operación y mantenimiento de cámaras**

### **1. Objetivo**

El objetivo de este manual es establecer los criterios básicos de la operación y mantenimiento de las cámaras de Bombeo.

### **2. Alcance**

Este manual está orientado para la operación y mantenimiento de las líneas de por impulsión, equipo de control, automatización y accesorios de agua potable y alcantarillado

### **3. Personal**

De acuerdo al régimen de funcionamiento de las válvulas, instrumentos de automatización en las líneas de impulsión será de 24 horas diarias, es recomendable contar como mínimo con tres operadores (cada operador de 8 horas diarias) para el control de los equipos de las cámaras de bombeo.

Los requisitos básicos para el personal de la operación son los siguientes:

1. Conocimientos técnicos elementales de los equipos que irá a operar.
2. Raciocinio rápido para atender eficientemente las situaciones de emergencia.
3. Noción de responsabilidad.

El personal de mantenimiento tiene los siguientes requisitos:

1. Como mínimo tres personas: electricista, mecánico y albañil.
2. Conocimientos técnicos avanzados en mecánica, automatización, electricidad y construcción civil.
3. De preferencia debe haber un profesional responsable de la supervisión de los trabajos de mantenimiento.

Todo el personal de operación y mantenimiento, antes de asumir la función que se le asigne, debe recibir entrenamiento y capacitación de acuerdo al tipo de trabajo que realizará.

#### **4. Herramientas Necesarias**

Rastrillo, machete, palas, pico, brocha, badilejo y escobas.

Rasquetas de fierro, escobillas y espátulas

Pintura anticorrosiva, cemento, arena y kerosene.

Alicates y desarmadores y tarrajas, arco de sierra, nivel y linternas

Llaves stillson, de boca, francesa, inglesa y de cadena.

Tecele mecánico de cadena de 3 a 5 tn.

Llave mixta de 26, 28 y 33mm.

Torquímetro con dados de 26, 28mm. De 50 a 220 lb-pie

Sogas, cadenas y grilletes.

Eslinga de 4tn.

Nivel de 24" de aluminio.

Trípode de tubo de fierro diámetro. 6", para izaje de bombas sumergibles

Grúa estacionaria.

#### **Instrumentos**

Voltímetros.

Amperímetros.

Termómetros.

## **A. Electrobomba**

### **Instalación.**

La temperatura máxima permitida del medio bombeado es de 40 °C.

Se deben observar las siguientes indicaciones al fijar el punto inferior de desconexión para las bombas sumergibles para aguas residuales AFP de ABS:

Al conectar y poner en funcionamiento la bomba, la sección hidráulica de las bombas de instalación en seco debe estar siempre llena de agua.

Para las bombas de instalación en húmedo, sumerja la bomba hasta que el nivel de agua supere el depósito de aceite de la bomba. Puede consultar la inmersión mínima permitida para cada tipo de bomba en las hojas de medidas para la instalación que le facilitará su distribuidor local de ABS. No se permiten otros tipos de funcionamiento, como el funcionamiento continuo o en seco.

Las bombas sumergibles para aguas residuales de la serie **AFP** están diseñadas para el bombeo fiable y económico de aguas residuales en aplicaciones comerciales, urbanas e industriales y pueden ser instaladas en seco o en húmedo.

### **Estas bombas son apropiadas para los siguientes tipos de líquidos:**

Aguas limpias y residuales, para desagües con partículas sólidas o fibrosas y aguas fecales.

Utilizando el sistema de acoplamiento automático de ABS, es posible recurrir a la instalación en húmedo por debajo del nivel del suelo, que constituye un sistema bastante económico y ecológico. Las bombas también pueden someterse a la instalación en horizontal o vertical en seco.

### **Homologación antideflagrante**

Los motores sumergibles pueden suministrarse en la versión estándar, así como en la versión a prueba de explosiones de conformidad con PTB (Ex dII B T4) para 50 Hz o con FM para 60 Hz.

Comentarios sobre el uso de bombas antideflagrantes en zonas con riesgo de explosión

Las bombas sumergibles antideflagrantes solo deben funcionar con el sistema de vigilancia de temperatura conectado.

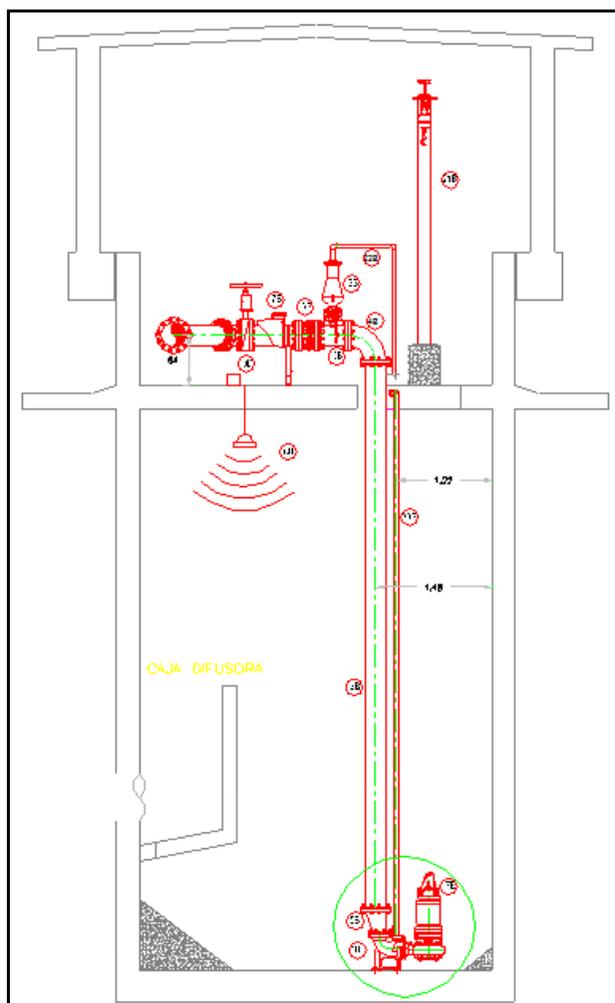
Si se utilizan reguladores de nivel de boya, éstos deben ir conectados a un circuito eléctrico seguro conforme al tipo de Protección EX (i)” según norma VDE 0165.

El desmontaje y la reparación de los motores sumergibles antideflagrantes solo puede ser realizado por personal cualificado en talleres autorizados.

En el caso de que la bomba vaya a operar en entornos con riesgo de deflagración, utilizando un variador de velocidad, póngase en contacto con su distribuidor ABS para obtener asistencia técnica en relación con las diferentes autorizaciones y estándares relativos a la protección contra sobrecarga térmica.

Para la versión transportable de la bomba AFPK, efectuar el tendido de los cables de manera que no queden doblados o retorcidos. Conecte la tubería de descarga y el cable.

Consulte el apartado “Conexión eléctrica “para más información. Coloque la bomba sobre una superficie estable y resistente para que no se vuelque ni se pueda hundir. También es posible atornillar la bomba a la base o suspenderla ligeramente por encima del suelo por el asa de izado. Las mangueras, tuberías y válvulas deben estar correctamente dimensionadas para la capacidad de la bomba.



### Recomendaciones para la instalación en húmedo:

Los cables de conexión deben tratarse con cuidado durante la instalación y la retirada de las bombas para no dañar su aislamiento. Al sacar la bomba del pozo o de la tubería de descarga con el elemento de elevación, asegúrense de que los cables de conexión se suben al mismo tiempo que la bomba.

La electrobomba sumergible “ABS” se engancha al soporte del tubo guía y se desliza con cuidado a lo largo de éste en posición vertical o ligeramente inclinada (0-3°) hasta alcanzar la posición correcta en la que se acopla automáticamente al pedestal, produciéndose el sellado con el mismo por el propio peso de la bomba, de este modo garantizando un bombeo sin fugas.

La tubería de descarga debe instalarse de acuerdo a la normativa correspondiente.

Las normas DIN 1986/100 y EN 12056 especifican lo siguiente:

La tubería de descarga debe equiparse con un codo anti-retorno (codo de 180°) situado por encima del nivel de retorno para que la descarga se produzca por gravedad al colector o a la red de alcantarillado.

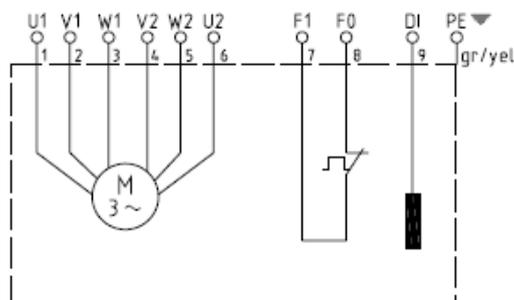
La tubería de descarga no debe conectarse a una tubería de bajada.

No debe conectarse ninguna otra tubería de entrada o descarga a esta tubería de descarga.

El sistema de alimentación eléctrica del lugar de instalación debe cumplir la norma VDE, así como cualquier otra normativa local con respecto a la sección y a la caída de tensión. La tensión especificada en la placa de características de la bomba debe ser la misma que la de la red eléctrica.

Es necesario que el cable de alimentación esté protegido por un fusible de la intensidad adecuada correspondiente a la potencia nominal de la bomba.

La conexión a la alimentación de la red eléctrica y la conexión de la bomba a los terminales del cuadro eléctrico deben realizarse conforme al esquema del circuito del cuadro eléctrico, así como al esquema de conexiones eléctricas del motor. Ambas operaciones deben ser realizadas por personal calificado.



Tipo de conexión 220V, trifásico

Cumpla siempre todas las regulaciones relativas al uso de bombas para aguas residuales y todas las regulaciones sobre el uso de motores antideflagrantes. Para sellar de manera hermética al gas la conducción del cable al cuadro eléctrico debe utilizarse un relleno de espuma después de tirar el cable y los circuitos del cuadro eléctrico. Debe prestarse especial atención a la normativa de seguridad relativa al trabajo en zonas cerradas de depuradoras. Además, respete siempre las recomendaciones generales sobre el manejo de máquinas.

Coloque el tendido del cable de forma que los cables no estén doblados ni torcidos. Conecte la tubería de descarga y el cable. Consulte el apartado "Conexiones eléctricas" para más información. Coloque la bomba en una superficie estable para que no se vuelque o se caiga. También es posible atornillar la bomba a la base o suspenderla ligeramente por encima del suelo mediante el asa de izado.

Los tubos, tuberías y válvulas deben tener el tamaño apropiado para el rendimiento de la bomba.

### **Protecciones TDM:**

#### **Sensor de temperatura**

Las sondas térmicas en el bobinado del estator protegen el motor de sobrecalentamiento.

Los motores AFPK están equipados en forma estándar con sensores térmicos bimetalicos o bien, como opción, con un termistor PTC (de acuerdo con la norma DIN 44082). Los PTC por relé que se utilicen en los cuadros eléctricos deben ajustarse también a esta norma.

#### **Sensor de humedad.**

Las bombas AFPK se suministran de serie con un sensor de humedad (DI) para detectar y alertar de la entrada de agua en el motor y en las cámaras selladas (PE1 y PE2).

“Hacer funcionar la bomba con las sondas térmicas y/o detector de humedad desconectados invalidará cualquier reclamación de garantía”.

## **B. Puesta en marcha.**

Antes de la puesta en marcha, es preciso verificar la bomba y realizar una prueba de funcionamiento. Se debe prestar especial atención a lo siguiente:

### **La conexión eléctrica se ha realizado según la normativa vigente.**

Se han conectado las sondas térmicas.

Se ha instalado correctamente el sistema de vigilancia de junta/detector de humedad (en los casos en los que la bomba está equipada con este sistema).

El interruptor de sobrecarga del motor está ajustado correctamente.

La bomba está bien asentada en el pedestal.

El sentido de giro de la bomba es correcto -incluso en el caso de utilizar generador de emergencia.

Los niveles de marcha y paro están bien ajustados.

Los reguladores de nivel funcionan correctamente.

Las válvulas de compuerta (en caso de estar instaladas) están abiertas.

Las válvulas de retención (en caso de estar instaladas) funcionan correctamente.

Todas las bombas de la serie XFP han sido diseñadas para funcionamiento continuo S1 estén sumergidas o instaladas en seco.

Cuando un equipo trifásico se pone en marcha por primera vez, así como cada vez que se cambia a un nuevo emplazamiento, asegúrese de que personal cualificado verifique correctamente el sentido de giro.

El cambio del sentido de giro siempre debe efectuarlo personal cualificado.

Si el sentido de giro es incorrecto, puede modificarse intercambiando dos fases del cable de alimentación en el cuadro eléctrico. Una vez realizado esto debe comprobarse de nuevo el sentido de giro.

## **Ubicación de controles.**

Los relees de protección TDM de las electrobombas se encuentran ubicados en el TG (tablero general) en la línea de control para cada una.

El funcionamiento de las electrobombas está dado por un arranque estrella – triángulo para cada electrobomba en el TG.

Las electrobombas cuentan con un relee TDM ABS que protege los equipos de posibles fallas en el funcionamiento, el cual opera de la siguiente forma:

En el arranque de las electrobombas, se activa en el TDM el LED "Power" (luz verde) está encendido, los contactos de alarma están abiertos y los de control de la bomba están cerrados.

Cuando el termostato en la bomba se abre debido a una alta temperatura en el devanado del motor del LED TEMP / TCS se enciende (luz roja), el contacto de alarma se cierra y el contacto del circuito de control se abre. Cuando la temperatura desciende por el sistema se reinicia automáticamente.

Cuando la resistencia entre el electrodo de sellado en la bomba y de la tierra disminuye aprox. a 27 Kohm (debido a la entrada de agua), el LED DE SELLADO/DI se enciende y el contacto de alarma se cierra. La alarma se apaga automáticamente cuando la resistencia se incrementa nuevamente.

### **Procedimientos de operación.**

Tendrán dos modos de funcionamiento, Manual o Automático. La selección del modo de funcionamiento se hará manualmente a través de un conmutador ubicado en el TG.

Tanto en modo manual como en automático podrán operar una de las dos o ambas electrobombas a la vez.

### **Manual.**

El arranque y parada de las Electrobombas será efectuado por el Operador de la Cámara de bombeo a través de pulsadores de arranque y parada ubicados en la puerta del TG.

El funcionamiento de las electrobombas, sea en operación alternada o en simultaneo, será decidida por el operador de la EBD.

**Automático.**

El arranque y parada de las electrobombas se hará según los niveles previamente prefijados de las cámaras de aguas servidas.

La selección de la única electrobomba a operar (en caso una de las bombas salga fuera de servicio por mantenimiento) o el alternado de las electrobombas (en condiciones normales cuando ambas estén aptas para operar) se hará a través de un conmutador de tres posiciones con cero. Las posiciones serán las siguientes:

**Cero:** No podrá funcionar ninguna electrobomba.

**Bomba 1:** Posición a usarse en caso extremo de que la Bomba 2 quede fuera de servicio y se rompa la condición de alternancia. Para todo requerimiento de evacuación sólo funcionará la Bomba 1.

**Bomba 2:** Posición a usarse en caso extremo de que la Bomba 1 quede fuera de servicio y se rompa la condición de alternancia. Para todo requerimiento de evacuación sólo funcionará la Bomba 2.

**Alternado/Simultáneo:** Posición en la que normalmente deberá encontrarse el conmutador y a usarse cuando las dos bombas estén aptas para operar y se pueda realizar la alternancia cada vez que se requiere evacuación del líquido de la Cámara. En esta posición también podrá producirse el funcionamiento simultáneo de las Bombas de ser el caso.

**El conmutador será ubicado en el Tablero de Automatización y Control (TAC).**

El funcionamiento alternado de las electrobombas se realizará en forma automática según niveles prefijados de la cámara, siempre y cuando la electrobomba en operación pueda evacuar sin dificultad el volumen de líquido previsto. Este funcionamiento será llamado Situación 1.

El funcionamiento simultáneo de las electrobombas se realizará en forma automática según niveles prefijados de la cámara, siempre y cuando una sola electrobomba en operación no pueda evacuar el volumen de líquido previsto y que

a pesar de estar funcionando el nivel del líquido no desciende, pero si se mantiene por un tiempo determinado o aumenta en su nivel produciendo el arranque de la segunda electrobomba como apoyo a la evacuación. Este funcionamiento será llamado Situación 2.

**Tabla N°1: Niveles de operación.**

Nivel	Descripción de la Cota	Función
1	Mínimo, por encima de la altura de succión de la electrobomba. "Nivel mínimo".	Protección por funcionamiento en seco (Cámara sin agua) de las electrobombas. Bloqueo del arranque y parada, si están operando, de las Electrobombas, tanto en modo manual como automático, hasta que el nivel de agua se recupere por encima de un valor prefijado.
2	Muy por encima del mínimo. "Nivel de Parada"	Parada de la primera y/o segunda Electrobomba en modo automático, tanto para funcionamiento alternado como en simultáneo.
3	Muy por encima del nivel 2. "Nivel de Arranque"	Arranque de la primera Electrobomba en modo automático, tanto para funcionamiento alternado como simultáneo.
4	Debajo del nivel máximo. "Nivel de Simultaneidad"	Arranque de la segunda Electrobomba en modo automático, para cuando el funcionamiento requiera ser simultáneo.
5	Máximo, antes de llegar a la altura del tubo de rebose. " Nivel Máximo"	Aviso al operador de la Estación mediante alarma audiovisual de que el nivel de la cámara alcanzó o superó el nivel de rebose.

### **Procedimientos de mantenimiento**

Antes de realizar un trabajo de mantenimiento, el personal cualificado debe desconectar completamente la bomba de la red eléctrica y debe asegurar que no se puede volver a conectar accidentalmente.

Al realizar cualquier trabajo de reparación o mantenimiento, debe cumplirse la normativa de seguridad relativa al trabajo en zonas cerradas de depuradoras y respetarse siempre las recomendaciones generales sobre el manejo de máquinas.

NOTA Las tareas de mantenimiento no se pueden realizar por personal no cualificado, ya que se requieren conocimientos técnicos específicos para realizarlas.

Para obtener siempre el mejor servicio técnico, le recomendamos que firme un contrato de mantenimiento con nuestro departamento de asistencia.

Los consejos de mantenimiento que se facilitan en estas instrucciones están dirigidos exclusivamente a personal cualificado con los conocimientos técnicos necesarios para realizarlos.

Las bombas sumergibles ABS son productos fiables de calidad probada sometidos a minuciosas inspecciones finales. Los rodamientos de bolas con lubricación permanente y los sistemas de vigilancia garantizan la óptima fiabilidad de la bomba siempre que la misma se haya conectado y esté funcionando según las instrucciones de funcionamiento. No obstante, en caso de producirse algún fallo, le rogamos que no improvise y se ponga en contacto con el Departamento de Servicio de ABS para solicitar asistencia.

Esto es especialmente aplicable en el caso de que el relé de sobrecarga del cuadro eléctrico salta continuamente, o se activan las sondas térmicas o el detector de humedad (DI).

Recomendamos la inspección y el cuidado constante de la bomba para garantizar su máxima vida útil. Los intervalos de mantenimiento de las bombas AFP varían según el tipo de instalación y utilización.

**El mantenimiento recomendado para las electrobombas suministradas consta de:**

- 1) Revisión periódica (cada mes) de los siguientes parámetros:  
Vibración en la voluta, cuerpo (medio) y rodamiento superior en los 3 ejes.  
Presión de descarga, caudal y potencia.  
Temperatura en la voluta, cuerpo y rodamientos.
- 2) Cambiar los rodamientos superior e inferior a las 50000hrs de operación.

### 3) Cambio de refrigerante.

La cámara de aceite entre el motor y la sección hidráulica se suministra de fábrica rellena de lubricante.

Solamente es necesario cambiar el líquido refrigerante si se produce algún fallo.

#### **Especificación del líquido refrigerante:**

Líquido refrigerante con 70% de agua y 30% de propileno glicol

Aceite blanco ISO VG15 FP175C.

La iluminación del indicador de control de inspección en el panel de control mediante el electrodo DI instalado en la bomba significa que hay agua en la cámara seca.

Solamente es necesario cambiar el líquido refrigerante cuando se efectúen trabajos de reparación o si la lámpara de inspección se ilumina.

El fabricante suministra el sistema de refrigeración del motor AFP relleno con líquido refrigerante (aceite o agua/propileno glicol).

El refrigerante con un 70% de agua y un 30% de propileno glicol ofrece protección anticongelante hasta -15 °C / 5 °F.

En caso de temperaturas ambiente extremas inferiores a -15 °C / 5° F (p. ej. durante el transporte, almacenamiento o si la bomba está fuera de servicio) deberá drenarse el líquido refrigerante. De lo contrario, la bomba podría dañarse. Póngase en contacto con su representante de ABS.

Las reparaciones de las bombas sumergibles antideflagrantes deben ser llevadas a cabo exclusivamente por personal cualificado en talleres autorizados.

En las reparaciones, deben utilizarse solamente piezas de repuesto originales suministradas por el fabricante.

El electrodo DI en las bombas antideflagrantes indica que ha entrado humedad en la zona del motor.

#### 4) Ajuste de placa base

### Instrucciones sobre cómo ajustar la placa base

Para restablecer la holgura tras el desgaste:

1) Compruebe la posición de la muesca de alineación (e) en la patilla de unión para determinar si la placa base se halla en la posición preestablecida de fábrica o si la holgura ha sido previamente ajustada. Si ya se ha ajustado, siga al Paso 4.

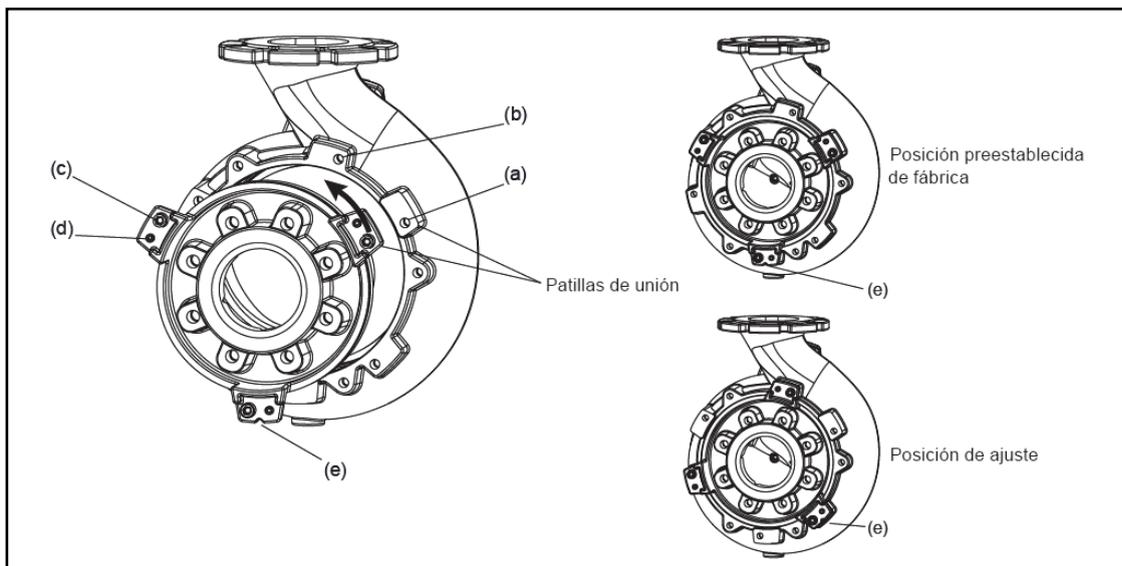
2) Retire los tres tornillos (c) que sujetan la placa base a la voluta.

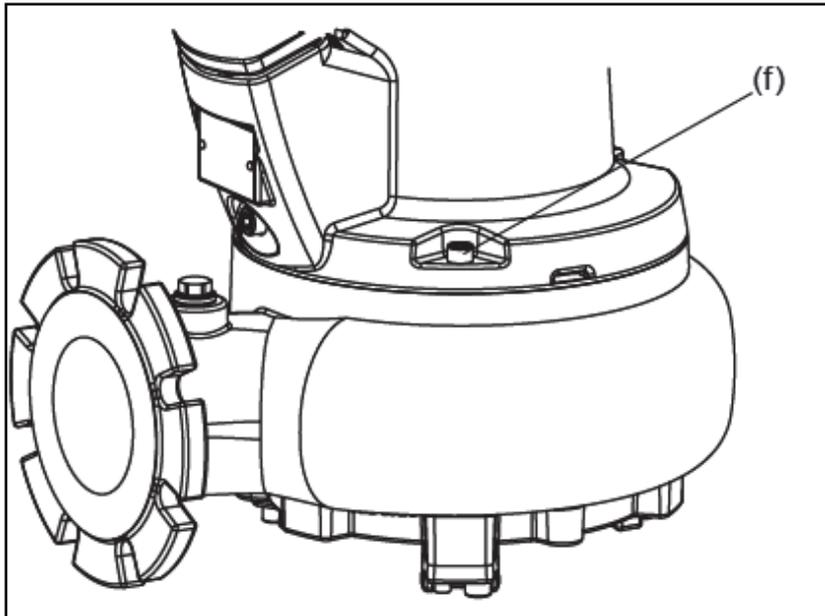
3) Atención: si, debido a la corrosión, la placa inferior no se suelta fácilmente de la voluta, NO trate de forzarla apretando los tornillos de presión sin cabeza (d) contra las patillas de unión de la voluta, pues podría dañar irreparablemente las patillas de la placa base. En tal caso, retire primero la voluta del alojamiento del motor aflojando los tres tornillos de seguridad (f) y separe después la placa base del interior de la voluta con suaves golpecitos usando un mazo y taco de madera.

4) Gire la placa base 45° en sentido anti-horario desde la posición preestablecida (a) a la posición de alineación secundaria (b) y vuelva a colocar los tornillos de seguridad.

5) Afloje los tornillos sin cabeza de ajuste (d) y apriete los tornillos de fijación en la placa inferior en forma pareja hasta que el rodete roce leve pero libremente contra la placa al girarlo a mano.

6) Apriete completamente los tornillos de presión sin cabeza (d) para asegurar la placa base en su posición final (máx 33 Nm).





a.

### Rodamientos y juntas mecánicas

Las bombas AFP están equipadas con rodamientos de bolas con lubricación permanente. El sellado del eje se realiza por medio de juntas mecánicas dobles (ver planos de despiece).

**Atención:** Una vez retirados, los rodamientos y las juntas mecánicas no pueden volver a utilizarse y deben sustituirse en un taller autorizado por piezas de repuesto ABS genuinas.

### Cambio del cable de alimentación

Para facilitar el cambio o reparación rápida y sencilla del cable de alimentación, la conexión entre el cable y el motor tiene lugar por medio de un bloque de terminales integrado de 10 polos (ver planos de despiece).

Sólo un técnico cualificado puede llevar a cabo la tarea, en estricto cumplimiento de las reglamentaciones de seguridad pertinentes.

### Limpieza.

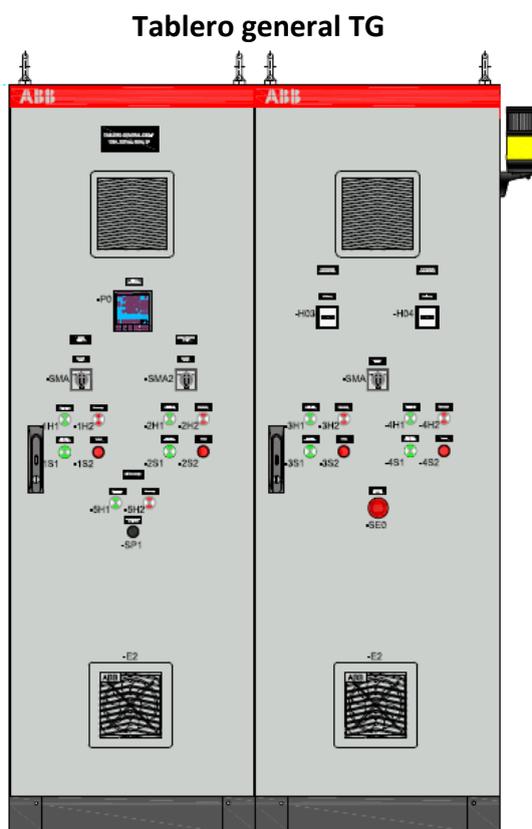
Si la bomba se utiliza en aplicaciones transportables, es necesario limpiarla después de cada uso haciendo que bombee agua limpia para, de esta manera,

evitar la formación de depósitos de suciedad e incrustaciones, realizarlo cada 4 o 6 meses según la cantidad de residuos depositados.

En instalaciones fijas, recomendamos verificar regularmente el sistema automático de regulación de nivel. Realizarlo mensualmente comparando los valores dados por el sistema con una medida directa en la cámara (medir nivel de desagüe en la cámara húmeda).

### **Purga de la voluta.**

Después de haber bajado la bomba a un pozo inundado, es posible que se origine una bolsa de aire en la voluta, provocando así problemas en el bombeo. En este caso, proceda a subir la bomba en este medio y vuelva a bajarla. Repita esta operación de purga si es necesario.



## 1. Instalación

Para una correcta instalación de los tableros se deberán seguir los siguientes pasos:

- 1) Realizar una inspección visual del estado de los tableros.
- 2) Contar con los planos, tanto eléctricos como mecánicos; brindados por la empresa fabricante del tablero.
- 3) Colocar en posición de abierto el estado de los Interruptores.
- 4) Antes de proceder con la energización es recomendable conectarlo a una puesta a tierra.
- 5) Hacer uso de correctos dimensionamientos de los cables alimentadores.

## 2. Procedimiento para la puesta en servicio del tablero general.

Los pasos a seguir para poner correctamente en servicio este tablero son los siguientes:

**Primero:** Realizar una inspección visual al tablero, verificando que no vea nada extraño, o fuera de lo normal, y asegurarse que las condiciones ambientales sean las adecuadas para el tablero suministrado (Instalación interior).

**Segundo:** Verificar el ajuste de todos los pernos de los interruptores y las barras de Cu, ya que por el transporte podrían haberse aflojado.

**Tercero:** Verificar la correcta instalación mecánica del tablero, y el conexionado eléctrico (cables alimentadores de la sección adecuada, así como los cables de los interruptores de salida).

**Cuarto:** Realizar la prueba de megado del tablero, aperturando todos los interruptores, y fusibles de protección del medidor multifunción.

**Quinto:** Realizar una prueba de continuidad de punto a punto, siguiendo lo indicado en los planos eléctricos que acompañan el tablero. Asimismo probar la continuidad de los fusibles.

**Sexto:** Regular los interruptores Tmax, de acuerdo a la capacidad de las cargas a controlar. Considere un máximo de 5 a 10% de sobrecarga para la regulación.

**Séptimo:** Verificación con un multímetro de la tensión que le está llegando a los bornes de ingreso del interruptor general ( manteniendo todos los interruptores abiertos, y los fusibles del medidor multifunción).

**Octavo:** Una vez asegurados de que el nivel de tensión que se le esta aplicando al tablero, es el adecuado, entonces se procede al cierre del interruptor general (Pero manteniendo todo lo demás abierto).

**Noveno:** Verificar el nivel de tensión que le llega a las bases portafusiles, y de ser la adecuada proceder con el cierre de éstas, para alimentar el medidor multifunción, y que éste empiece a tomar medida de las 3 líneas.

**Décimo:** Verificar la programación del medidor multifunción. De requerir modificación en la parametrización efectuada, consulte con el manual del medidor.

**Décimo primero:** Una vez que se tenga circulando corriente (Cargas funcionando), verifique en el medidor multifunción los valores de tensión, corriente, potencia, etc. Comprobando con un milímetro y/o pinza amperimétrica los valores que indica el medidor.

### **3. Operación.**

#### **Operación Manual.**

a. Para nuestro caso, cuando el TTA cumplió su proceso de puesta en servicio, energizando las barras de donde se alimenta al tablero general, entonces ya tenemos tensión al ingreso del interruptor general QG1.

b. Conectando los fusibles correspondientes a la multifunción. Diris A – 40 podemos verificar la tensión de llegada al interruptor QG1.

- c. Luego cerramos el interruptor QG1 y tenemos tensión a la entrada de todos los interruptores que comanda el QG1.
- d. Para probar las bombas sumergibles, conectamos los fusibles FN que alimentan los relés de monitoreo. Máxima, mínima tensión, ausencia y secuencia de fase (K1...F).
- e. Verificando que las fases de la red sean las adecuadas, de no ser así el led del instrumento parpadea, por lo tanto, tenemos que corregir la secuencia de fase hasta que el led del relé de monitoreo se quede estable. Luego conectamos el interruptor QC que alimenta el sistema de control de las electrobombas.
- f. El TG tiene un selector de tres posiciones M – 0 – A (Manual, cero y automático), para el funcionamiento de las electrobombas.
- g. Colocando el selector en posición manual podemos realizar la prueba de funcionalidad del circuito de control.
- h. Luego se realiza la prueba de sentido de giro, presionando el botón de arranque hacemos funcionar la electrobomba durante un pequeño periodo de tiempo suficiente para verificar la presión de salida en la línea de impulsión. Si todo está correcto se prosigue la prueba arrancando nuevamente la electrobomba, dejándola funcionar para verificar la corriente que consume en su funcionamiento.
- i. Operación en automático.
- j. Para la operación en automático, tiene que estar operativo el tablero de automatización y control (TAC).

- k. Colocar el selector de las electrobombas en automático (TG), en el TAC tenemos un selector para las bombas de cuatro posiciones. 0 – 1 – 2 – ALT/SMT, además tenemos un transmisor de nivel ultrasónico, que nos da los niveles de agua servida en las cámaras húmedas.
- l. Cada cámara ya tiene establecido el nivel de arranque y parada de las bombas, teniendo todos estos pasos realizados.
- m. Podemos hacer funcionar las bombas, por ejemplo, si se quiere que trabaje la bomba.1, colocamos el selector del TAC en Bomba 1 y esta bomba es la que va a funcionar, luego si se quiere que funcione la bomba2, se coloca el selector en bomba 2, esto normalmente se hace cuando tenemos solamente una bomba operativa.
- n. En caso que las dos bombas estén operativas colocamos el selector de bombas del TAC en alternancia, entonces las bombas funcionarán en forma alternada, primero la bomba 1, luego la bomba2 y así sucesivamente.
- o. Si sucediera alguna falla, por ejemplo, de sobre carga de la bomba, se activará la sirena y encenderá la lámpara de sobre carga de la bomba.
- p. Entonces en el TAC hay que apagar la alarma presionando el botón de silenciar alarma, para apagar la lámpara de sobre carga hay que reponer el relé de sobre carga, presionando el botón celeste del relé, si se apaga la lámpara de sobre carga la bomba esta apta para seguir operando.

### **Operación Automático.**

Cambiar posición de los conmutadores (M-O-A) del modo manual al Automático, ya que la señal para el modo automático está controlado por el tablero de automatización TAC.

Adicionalmente, junto al funcionamiento de las bombas también podemos verificar el buen funcionamiento de algunos accesorios dentro del tablero tales como:

1. Una vez energizado el tablero podemos verificar la funcionalidad del horómetro H1, el cual nos indica las horas de funcionalidad de las bombas.
2. Así mismo podemos verificar la funcionalidad del termostato B1, para el sistema de ventilación del tablero, el cual podemos graduarlo según temperatura asignada.
3. El TG, cuenta con un Limit Swicht ( fin de carrera SW), en cual permite que al momento de abrir el tablero se encienda la luminaria del tablero, y al momento de cerrarlo se apaga.
4. De igual forma el TG, cuenta con un sistema de alarma audiovisual, que nos indicará falla por mínimo nivel, máximo caudal, etc; esta señal viene del tablero de automatización TAC, el cual una vez detectada la falla por cualquier evento, este será reseteado desde el TAC, una vez que sea solucionada la falla.
5. El TG cuenta con un relé de monitoreo por máxima y mínima tensión K1F, el cual entrará en acción ante una falla por lo antes mencionado. Lo cual mandará parar el funcionamiento de las bombas, hasta que se solucione la falla.

Falla por sobrecarga, verificar el relé de Sobrecarga EF45-30.



Falla por máxima o mínima tensión, se activa la protección del relé CM-PVS.31



## Medidor multifunción DIRIS A40.

Cabe recalcar que este equipo ya fue configurado al momento de las pruebas internas del tablero.

Mayores detalles de la parametrización de éste equipo y su uso, la podrán encontrar en el catálogo del equipo, que fue entregado junto con el tablero.

Para la seguridad del personal y del material, será imperativo conocer perfectamente el contenido de este manual antes de su puesta en funcionamiento.

### Diris A40



1. Teclado compuesto por 6 teclas de doble función (visualización o configuración)
2. Indicador LCD retro iluminado
3. Fase
4. Valores
5. Unidad
6. Indicador de actividad en el bus de Comunicación
7. Indicador de contaje de energía
8. Visualización del contador horario y de las energías
9. Alarma relé 1

**Anexo 11. Validación de instrumento de recolección de datos.**



**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, César Vilela Calle con DNI N° 02612171 Magister  
 en Administración y Dirección de Empresas N.º  
 ANR: \_\_\_\_\_ de profesión Ingeniero Industrial  
 Desempeñándome actualmente como Docente en  
Universidad César Vallejo de Piura

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el instrumento: **REGISTRO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO**

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

GUIA DE ENTREVISTA	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad.			X		
2. Objetividad.				X	
3. Actualidad.			X		
4. Organización				X	
5. Suficiencia..				X	
6. Intencionalidad .				X	
7. Consistencia.			X		
8. Coherencia.				X	
9. Metodología.				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 29 días del mes de Julio del Dos mil diecisiete.

Mgtr. : César Vilela Calle  
 DNI : 02612171  
 Especialidad : Ino. Industrial  
 E-mail : cvc1234@hotmail.com

**Anexo 12. Constancia de validación de instrumento de recolección de datos.**



**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, Jorge Llompant Coronado con DNI N° 02694031 Magister  
 en Ingeniería Ambiental N.º  
 ANR: ..... de profesión Ingeniería Industrial  
 Desempeñándome actualmente como Jefe de Expediente en humedad en  
 la EPS GWAU S.A.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el instrumento: **REGISTRO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO**

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

GUIA DE ENTREVISTA	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad.				X	
2. Objetividad.				X	
3. Actualidad.				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia..				X	
6. Intencionalidad .				X	
7. Consistencia.				X	
8. Coherencia.				X	
9. Metodología.				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 29 días del mes de Julio del Dos mil diecisiete.

Mgtr. : Jorge Llompant Coronado  
 DNI : 02694031  
 Especialidad : Ing. Industrial  
 E-mail : jllompant5@hotmail.com

  
 Jorge Llompant Coronado  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 ESPECIALISTA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL  
 Y MEDIO AMBIENTE  
 CIP N° 63465

**Anexo 13. Constancia de validación de instrumento de recolección de datos.**



**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, Gerardo Sosa Panta con DNI N° 03591940 Magister  
 en DOCENCIA UNIVERSITARIA N.º  
 ANR: ..... de profesión INGENIERO INDUSTRIAL  
 Desempeñándome actualmente como DOCTOR en  
LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el instrumento: **REGISTRO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO**

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

GUIA DE ENTREVISTA	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad.				X	
2. Objetividad.				X	
3. Actualidad.				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia..				X	
6. Intencionalidad .				X	
7. Consistencia.				X	
8. Coherencia.				X	
9. Metodología.				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 29 días del mes de Julio del Dos mil diecisiete.

Mgtr. : Gerardo Sosa Panta  
 DNI : 03591940  
 Especialidad : ING INDUSTRIAL  
 E-mail : gsosadod@ucv.cu

**Mg. Gerardo Sosa Panta**  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 CIP 67114

**Anexo 14.** Screenshot de índice de similitud de Turnitin.



FACULTAD DE  
INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL

“Mejora del funcionamiento de la cámara de bombeo de aguas servidas  
mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a la  
estación San Martín- EPS Grau Piura”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

Navarro Asunción, Ricardo Adolfo

ASESOR:

MSc. Seminario Atarama, Mario Roberto

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

Piura – Perú 2017

Resumen de coincidencias		
<b>27 %</b>		
<	>	
1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	19 % >
2	www.eltallaninforma.c... Fuente de Internet	1 % >
3	virtual.urbe.edu Fuente de Internet	1 % >
4	www.scribd.com Fuente de Internet	1 % >
5	repositorio.uls.edu.co Fuente de Internet	1 % >
6	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1 % >
7	www.buenastareas.com Fuente de Internet	<1 % >
8	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 % >
9	biblioteca.osiptel.gob.pe Fuente de Internet	<1 % >



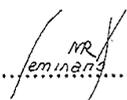
## Anexo 15. Acta de aprobación de originalidad de tesis

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Mario Roberto Seminario Atarama, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo Piura, revisor de la tesis titulada "**Mejora del funcionamiento de la cámara de bombeo de aguas servidas mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a la estación San Martín EPS Grau Piura**", del estudiante **RICARDO ADOLFO NAVARRO ASUNCIÓN**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **27 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Piura 10 de diciembre del 2017

  
.....  
MSc. Mario Roberto Seminario Atarama

DNI: 02633043



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



**Anexo 17. Autorización de la versión final del trabajo de investigación.**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

Ingeniero Industrial

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Navarro Asunción Ricardo Adolfo

INFORME TITULADO:

Mejora del funcionamiento de la cámara de Bombeo de Aguas Servidas  
Mediante la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo a la  
Estación San Mateo EPS Grau Piura

PARA OBTENER EL GRADO O TÍTULO DE:

\_\_\_\_\_

SUSTENTADO EN FECHA: 06 de Junio 2018

NOTA O MENCIÓN: 16

[Firma manuscrita]



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN