



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

**TEMA:**

**“Análisis de un mantenimiento preventivo del sistema de bombeo de  
la empresa municipal regional de agua potable Arenillas-  
Huaquillas”**

**AUTOR:**

Madrid Figueroa David Alfredo

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de **INGENIERO  
EN ELÉCTRICO MECÁNICO**

**TUTOR:**

Ing. Hidalgo Aguilar, Jaime Rafael

**Guayaquil, Ecuador**

**19 de septiembre del año 2017**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **Madrid Figueroa, David Alfredo**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Ingeniero en Eléctrico Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial**.

**TUTOR**

---

Ing. Hidalgo Aguilar, Jaime Rafael

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, M. Sc.

**Guayaquil, a los 19 del mes de septiembre del año 2017**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Madrid Figueroa, David Alfredo**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación “**Análisis de un mantenimiento preventivo del sistema de bombeo de la empresa municipal regional de agua potable Arenillas-Huaquillas**” previa a la obtención del Título de **Ingeniero en Eléctrico Mecánica**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

**AUTOR**

---

MADRID FIGUEROA, DAVID ALFREDO

**Guayaquil, a los 19 del mes de septiembre del año 2017**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Madrid Figueroa, David Madrid**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Análisis de un mantenimiento preventivo del sistema de bombeo de la empresa municipal regional de agua potable Arenillas-Huaquillas”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**AUTOR**

---

MADRID FIGUEROA, DAVID ALFREDO

**Guayaquil, a los 19 del mes de septiembre del año 2017**

# REPORTE DE URKUND

Documento: [Tesis reparado 1.docx](#) (D30111543)  
Presentado: 2017-08-14 11:27 (-05:00)  
Presentado por: orlandophilco\_7@hotmail.com  
Recibido: orlando.philco.ucsg@analysis.orkund.com  
Mensaje: Revisión de Tesis [Mostrar el mensaje completo](#)  
1% de estas 43 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes.

Lista de fuentes	Bloques
	<a href="http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059...">http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059...</a>
84%	DATOS GENERALES FOTOGRAFÍA DEL EQUIPO EQUIPO: CÓDIG...
90%	HOJA DE VIDA Pág. 1 HOJA DE VIDA No. TARJETA MAESTRA No...
70%	INSTRUCTIVO (DIARIO) No. 190 PÁG: 1 DE 2 FECHA EJECUCIÓN ...
	<a href="#">tesis terminada completa.pdf</a>
50%	desde la revolución industrial hasta después de la Segunda Gu...

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA: Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial  
TÍTULO: "Estudio del Mantenimiento Preventivo en Paneles de Control y Sistema de Bombeo de la Empresa Municipal Regional de Agua Potable Arenillas-Huaquillas"  
AUTOR: Madrid Figueroa David Alfredo TUTOR: Ing. Rafael Hidalgo, M. Sc.  
Guayaquil, Ecuador 2017  
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA: Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial  
CERTIFICACIÓN Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por Madrid Figueroa David Alfredo, como requerimiento parcial para la obtención del Título de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en

Conclusión: La revisión de coincidencias del resultado de la revisión, considera la desactivación de la información de texto de los formatos de presentación de trabajos de titulación en la UCSG. Se adjunta documento de Reporte URKUND de la Revisión Final en medio digital. Porcentaje de coincidencia final del 1%

**Ing. Jaime Rafael Hidalgo Aguilar**  
**DOCENTE-TUTOR**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por haber sido uno de los pilares más importantes para desarrollar este proyecto de titulación.

A mis padres, por su apoyo y ayuda en esta etapa de mi vida. A mi hermana, por brindarme la confianza que necesitaba para seguir adelante y no detenerme a pesar de las adversidades y cansancio. A mis abuelos, por su apoyo y entendimiento incondicional en este gran momento de mi vida.

A mi tutor, que supo guiarme y darme las pautas necesarias para poder hoy concluir con este proyecto y a otro Ingeniero y Amigo que fue un pilar en este proyecto, el Ingeniero Hugo Lucero.

Quiero también agradecerles a mis grandes amigos, por siempre brindarme su mano: carlos figueroa, josé luis rentería, paul rivas, moisés madrid, joseph capelo, anthony quezada, luis león, ángel figueroa, thalía freire.

A todos, gracias.

MADRID FIGUEROA, DAVID ALFREDO

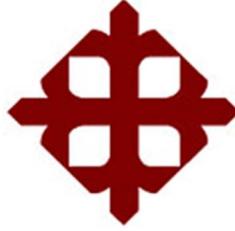
Autor  
Madrid Figueroa, David Alfredo

## **DEDICATORIA**

Este Trabajo va dirigido y dedicado para todas las personas que me dieron su apoyo para poder completarlo y seguir adelante en mi carrera y con este trabajo

A los que debo agradecer son a mis padres, mi hermana, mis abuelos, mi familia y mis amigos.

Autor  
Madrid Figueroa, David Alfredo



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**ING. HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO, M.SC**  
DIRECTOR DE CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**ING. MONTENEGRO TEJADA, RAÚL, M.SC**  
COORDINADOR DEL ÁREA

f. \_\_\_\_\_

**ING. VALLEJO SAMANIEGO, LUIS VICENTE, M.SC**  
OPONENTE

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XVI
RESUMEN.....	XVII
CAPÍTULO 1 .....	2
INTRODUCCIÓN .....	2
1.1 Justificación.....	2
1.2 Planteamiento del problema .....	3
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo general .....	3
1.3.2 Objetivos específicos .....	4
1.4 Tipo de investigación .....	4
1.5 Hipótesis.....	5
1.6 Justificación de la hipótesis.....	5
1.7 Metodología .....	6
PARTE I MARCO TEÓRICO.....	7
CAPÍTULO 2 .....	7
MANTENIMIENTO EN GENERAL.....	7
2.1 Fundamentos del mantenimiento .....	7
2.2 Historia del mantenimiento .....	8
2.2.1 Aplicaciones del mantenimiento.....	9
2.3 Ventajas y desventajas del mantenimiento .....	9
2.3.1 Ventajas .....	9
2.3.2 Desventajas .....	10
2.4 Tipos de mantenimiento .....	10
2.4.1 Mantenimiento correctivo.....	11

2.4.1.1	Historia del Mantenimiento Correctivo .....	11
2.4.1.2	Objetivo de analizar los fallos.....	12
2.4.1.3	El Mantenimiento Correctivo como base de un mantenimiento.....	12
2.4.1.4	Causantes de fallos en equipos y su mantenimiento correctivo.....	13
2.4.1.5	Mantenimiento Correctivo y sus ventajas e inconvenientes .....	13
2.4.1.6	Aplicaciones del Mantenimiento Correctivo .....	14
2.4.1.7	Tipos de mantenimiento Correctivo.....	14
2.4.2	El Mantenimiento Preventivo .....	15
2.4.2.1	Mantenimiento Preventivo y sus Beneficios.....	16
2.4.2.2	Costos que implica un Mantenimiento Preventivo .....	16
2.4.2.3	Mantenimiento Preventivo y sus pasos a la eficiencia.....	17
2.4.2.4	Como Implementar el Mantenimiento .....	18
2.4.2.5	Ultima Revisión del Plan de Mantenimiento .....	19
2.4.2.6	Ventajas y Desventajas que tiene un Mantenimiento Preventivo .....	19
2.4.2.7	Aplicación del Mantenimiento Preventivo.....	20
2.4.2.8	Tipos de Mantenimiento Preventivo .....	20
–	Mantenimiento Preventivo Predictivo .....	20
–	Mantenimiento Preventivo Sistemático .....	22
<b>PARTE II APORTACIONES .....</b>		<b>23</b>
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>		<b>23</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....</b>		<b>23</b>
3.1	Descripción del plan de Mantenimiento .....	23
3.2	Estudio de Termómetro industrial de medición por infrarrojo .....	31
3.3	Estudio del Sello por Mergollar .....	34
3.4	Formulario para realizar registro de mantenimiento.....	36
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>		<b>39</b>
<b>MANTENIMIENTO TRIMESTRAL .....</b>		<b>39</b>

4.1 Estudio del mantenimiento trimestral en paneles y bombas .....	39
4.1.1 Panel de Control 1 – bomba 1 .....	39
4.1.1.1 Mantenimiento de Panel de Control 1 .....	46
4.1.2 Panel de Control 2 .....	48
4.1.2.1 Mantenimiento de Panel de Control 2 – bomba 2 .....	48
4.1.3 Panel de Control 3 .....	50
4.1.3.1 Mantenimiento de Panel de Control 3 – bomba 3 .....	50
4.1.4 Panel de Control 4 – bomba 4 .....	51
4.1.4.1 Mantenimiento de Panel de Control 4 .....	52
4.1.5 Panel de Control 5 - bomba 5 .....	53
4.1.5.1 Mantenimiento de Panel de Control 5 .....	53
4.1.6 Panel de Control 6 - bomba 6 .....	55
4.1.6.1 Mantenimiento de Panel de Control 6 .....	59
4.1.7 Panel de Control 7 – bomba de transmisión de agua .....	60
4.1.7.1 Mantenimiento de Panel de Control 7 .....	60
4.1.8 Panel de Control 8 – bomba retro lavado .....	61
4.1.8.1 Mantenimiento de Panel de Control 8 .....	62
4.1.9.1 Panel de Control 9 – bomba lavado superficial .....	63
4.1.9.1 Mantenimiento de Panel de Control 9 .....	63
4.1.10 Panel de Control 10 – agua de presión – suministro de agua .....	64
4.1.10.1 Mantenimiento de Panel de Control 10 .....	70
4.1.11 Bomba 1 – 2 - 3 de captación .....	71
4.1.11.1 Mantenimiento de la Bomba 1 – 2 – 3 de captación .....	73
4.1.12 Bomba de Captación 4-5 .....	74
4.1.12.1 Mantenimiento de Bomba de Captación 4 – 5 .....	76
4.1.13 Bomba de Captación 6 .....	76
4.1.13.1 Mantenimiento de Bomba de captación 6 .....	78

4.1.14 Bomba de Transmisión – Retro Lavado - Lavado Superficial .....	79
4.1.14.1 Mantenimiento de Bomba de Transmisión- Retro Lavado - Superficial. ....	80
4.1.15 Bomba de Agua de Presión – Suministro de Agua.....	81
4.1.15.1 Mantenimiento de Bomba de Agua de Presión – Suministro de Agua. ....	83
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>84</b>
<b>MANTENIMIENTO ANUAL.....</b>	<b>84</b>
5.1 Estudio del mantenimiento Anual en paneles y bombas.....	84
5.1.1 Panel de Control 1.....	84
5.1.1.1 Mantenimiento de Panel de Control 1.....	84
5.1.2 Panel de Control 2.....	85
5.1.2.1 Mantenimiento de Panel de Control 2.....	85
5.1.3 Panel de Control 3.....	85
5.1.3.1 Mantenimiento de Panel de Control 3.....	86
5.1.4 Panel de Control 4.....	86
5.1.4.1 Mantenimiento de Panel de Control 4.....	87
5.1.5 Panel de Control 5.....	87
5.1.5.1 Mantenimiento de Panel de Control 5.....	87
5.1.6 Panel de Control 6.....	88
5.1.6.1 Mantenimiento de Panel de Control 6.....	88
5.1.7 Panel de Control 7.....	88
5.1.7.1 Mantenimiento de Panel de Control 7.....	89
5.1.8 Panel de Control 8.....	89
5.1.8.1 Mantenimiento de Panel de Control 8.....	89
5.1.9.1 Panel de Control 9.....	90
5.1.9.1 Mantenimiento de Panel de Control 9.....	90

5.1.10 Panel de Control 10.....	91
5.1.10.1 Mantenimiento de Panel de Control 10.....	91
5.1.11 Bomba 1 de Captación.....	92
5.1.11.1 Mantenimiento de Bomba 1 de Captación.....	92
5.1.12 Bomba de Captación 2 – 3.....	92
5.1.12.1 Mantenimiento de Bomba de Captación 2 - 3.....	93
5.1.13 Bomba de Captación 4 – 5 -6.....	93
5.1.13.1 Mantenimiento de Captación 4 – 5 – 6 .....	93
5.1.14 Bomba de Transmisión – Retro Lavado – Lavado Superficial.....	94
5.1.14.1 Mantenimiento de Bomba de Transmisión – Retro Lavado – Lavado Superficial .....	94
5.1.15 Bomba de Agua de Presión – Suministro de Agua.....	95
5.1.15.1 Mantenimiento de Agua de Presión – Suministro de Agua.....	95
5.2 Tabla de Mantenimiento .....	96
<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>100</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>100</b>
6.1 Conclusiones .....	100
6.2 Recomendaciones.....	101
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>102</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>104</b>

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

### **Capítulo 2**

Figura 2. 1: Evolución del Mantenimiento .....	8
Figura 2. 2: Tipos de Mantenimiento.....	10

### Capítulo 3

Figura 3. 1Diseño de Distribución y proceso de Agua Potable .....	23
Figura 3. 2 Área de Captación .....	25
Figura 3. 3 : Paneles y Bombas.....	26
Figura 3. 4 : Sistema de Bombas de Agua de presión y suministro.....	26
Figura 3. 5 : Sistema de bombas planta nueva.....	27
Figura 3. 6 : Área de Floculación.....	28
Figura 3. 7 : Área de Sedimentación.....	29
Figura 3. 8 : Área de Filtros Rápidos .....	29
Figura 3. 9 : Tanques de reserva .....	30
Figura 3. 10: Termómetro de medición por infrarrojo.....	31
Figura 3. 11 : Pantalla de lectura de temperatura.....	32
Figura 3. 12: Disparador y mira laser del termómetro .....	33
Figura 3. 13: Mergollar negro de grafito.....	35
Figura 3. 14: Tarjeta Maestra .....	36
Figura 3. 15: Tarjeta de Mantenimiento.....	37
Figura 3. 16: Tarjeta de Mantenimiento.....	38

### Capítulo 4

Figura 4. 1: Disyuntor de 600 A.....	40
Figura 4. 2: Disyuntor de bomba de 175 A.....	40
Figura 4. 3: Contactor S-N 125 .....	41
Figura 4. 4: Contactor S-N25.....	42
Figura 4. 5: Contactor S-N 10.....	42
Figura 4. 6: Relé de Sobrecarga .....	43

Figura 4. 7: Relé de Función General .....	43
Figura 4. 8: Timer H3CR .....	44
Figura 4. 9: Swich de Timer.....	44
Figura 4. 10: Disyuntor de 15 A .....	45
Figura 4. 11: Botoneras .....	45
Figura 4. 12: Fusible de 0.6 Kv.....	46
Figura 4. 13: Disyuntor de 250 A .....	55
Figura 4. 14: Contactor CK75CA11 .....	56
Figura 4. 15: Controlador de Transformador .....	56
Figura 4. 16: Disyuntor .....	57
Figura 4. 17: Timer STRONGER .....	57
Figura 4. 18: Contactor LC1D9511 .....	58
Figura 4. 19: Relé Sobrecarga.....	58
Figura 4. 20: Disyuntor de 225 A .....	65
Figura 4. 21: Disyuntor de 15 A .....	66
Figura 4. 22: Fusible de 0.6 Kv.....	66
Figura 4. 23: Relé de Función General .....	67
Figura 4. 24: Protector de Circuito.....	67
Figura 4. 25: Interruptor de Nivel Flotación .....	68
Figura 4. 26: Disyuntor de 15 A .....	68
Figura 4. 27: Contactor S-N 10.....	69
Figura 4. 28: Timer H3CR .....	69
Figura 4. 29: Relé de Función General .....	70
Figura 4. 30: Placa de Turbina de Bombas 1 – 2 - 3.....	72
Figura 4. 31: Bombas 1 – 2 – 3 .....	72

Figura 4. 32: Placa de Bombas 1 – 2 - 3 .....	73
Figura 4. 33: Bombas 4 y 5 .....	75
Figura 4. 34: Placa de Bombas 4 y 5.....	75
Figura 4. 35: Placa de Bomba .....	77
Figura 4. 36: Sexta Bomba de Captación.....	77
Figura 4. 37: Bomba de Transmisión - retro lavado - lavado superficial .....	79
Figura 4. 38: Bomba de Transmisión - retro lavado - lavado superficial .....	80
Figura 4. 39 : Bomba de Agua de Presión – Suministro de Agua .....	82
Figura 4. 40: Bomba de Agua de Presión – Suministro de Agua .....	82

### **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 5. 1: Tabla de Mantenimiento .....	96
--	----

## **RESUMEN**

Establecer el mejor modelo de un mantenimiento preventivo en EMRAPAH es la forma más óptima e indispensable para tener el mejor desarrollo de los equipos y del mantenimiento, por todo esto se ha establecido un método muy eficaz para poder encontrar el mantenimiento más óptimo.

Este estudio está orientado a dar información muy valiosa para poder mantener en correcto funcionamiento todo el sistema de bombeo y los paneles de control, y que no sufran ningún daño significativo muy recurrentemente, el proyecto es extenso pero muy fácil de utilizar para cualquier persona que tenga un poco de conocimiento en el área técnica a la que está orientado este estudio, es un trabajo importante y un estudio de gran ayuda para una empresa de calidad que no tiene un buen sistema de mantenimiento previo o preventivo de esta índole, lograr que los paneles tengan un funcionamiento continuo sin ninguna falla que pueda provocar un paro de las bombas o que en el sistema de bombeo se dañe una bomba y se pare la captación o distribución del agua.

**PALABRAS CLAVES:** EMRAPAH, PANELES DE CONTROL, SISTEMA DE BOMBEO

## **ABSTRACT**

Establishing the best model of preventive maintenance is the most optimal and indispensable way to have the best development of equipment and maintenance, for all this has established a very effective method to find the most optimal maintenance.

This study is oriented to give valuable information to keep the entire pumping system and control panels in good working order and that they do not suffer any significant damage very recurrently, the project is extensive but very easy to use for anyone who has a little knowledge in the technical area to which this study is oriented, is an important work and a study of great help for a quality company that does not have a good system of previous maintenance or preventive of this nature, to make the panels have a continuous operation without any failure that can cause a stoppage of the pumps or that the pump system damages a pump and stops the uptake or distribution of water.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Justificación

El Mantenimiento Preventivo tiene como función evitar fallas en cualquier tipo de equipo y a su vez prolongar su vida útil, evitando con el tiempo el cambio de los equipos lo cual representaría que se eleven los costos al momento de llevar a cabo este proceso, por estas razones se debe establecer o tener un plan de mantenimiento preventivo en sistemas de bombeo y paneles de control de la empresa EMRAPAH que es una prestigiosa empresa, con esto se logra que los equipos no se averíen con frecuencia lo cual hará que el líquido vital sea entregado con normalidad a las respectivas viviendas.

EMRAPAH por sus siglas significa Empresa Municipal Regional de Agua Potable Arenillas – Huaquillas, quedan sus oficinas principales en Arenillas, en las calles José Joaquín de Olmedo y Capitán Chiriboga, su estación de recaudación queda a orillas del río Arenillas y su planta de tratado de agua y distribución queda en la ciudadela la Libertad.

EMRAPAH es una empresa que se encarga de producir y vender agua principalmente, también brinda otros servicios como lo son los convenios de pagos, inspecciones, rebajas de deudas por tercera edad, reducción de deudas por discapacidad, instalación domiciliaria y análisis físico químico del agua, principalmente su servicio es el de poder hacer que llegue el líquido vital hasta los hogares de cada persona de los cantones de Arenillas y Huaquillas Provincia de El Oro.

Todo esto que es su principal servicio se mantiene controlado gracias a una estricta y rigurosa supervisión en cada proceso de producción con el único objetivo de poder satisfacer a la ciudadanía de los cantones de Arenillas y de Huaquillas.

La visión que tiene esta empresa es ser una entidad que genere una absoluta confianza y que sea reconocida por todos los usuarios y organizaciones a nivel nacional como una empresa líder y eficiente que se preocupa cada día de ofrecer siempre el mejor servicio. Es de importancia tener conocimiento de las causas que

afectan a que se lleve a cabo un buen mantenimiento preventivo, pudiendo hacer que EMRAPAH siga siendo una empresa que brinda el mejor servicio, como también permitiendo que cumpla con sus estándares permitidos asegurando el proceso de calidad total desde la recepción hasta la entrega del producto, así mismo tomar en cuenta los componentes que intervienen en los sistemas de bombeo y paneles de control para lograr la mayor eficiencia al momento de realizar el plan de mantenimiento que se concluirá con este estudio.

## **1.2 Planteamiento del problema**

La problemática este proyecto se manifiesta debido a que la empresa EMRAPAH no cuenta con su respectivo mantenimiento preventivo ya que solo posee un mantenimiento correctivo que se lo lleva a cabo cuando los equipos presentan fallas lo cual ocurre a menudo por falta de no poseer un estudio, así mismo hay inquietudes que se presentan por parte de los ciudadanos de los dos cantones ya que el líquido vital no llega a sus hogares con regularidad.

Una Empresa como lo es EMRAPAH no debe darse el lujo de poder dejar sin suministro de agua potable o dos cantones importantes de la Provincia de El Oro, peor aún no contar con un con un plan de mantenimiento preventivo que asegure la funcionalidad de todos los equipos, todo esto es una problemática que se puede ayudar a corregir mediante este trabajo, todo esto conlleva a un disgusto por parte de las personas que viven en estas dos ciudades.

Las personas encargadas del mantenimiento no han sabido tener una dirección técnica acertada, lo cual se refleja en la ausencia de un estudio de esta índole que es importante para empresas de servicio Público, como es el de proveer de agua potable en la comunidad.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

– Diseñar el plan de Mantenimiento Preventivo adecuado y eficaz para los sistemas de bombeo y paneles de control en EMRAPAH, para que así pueda haber un

correcto funcionamiento y una buena estructura técnica en la Empresa Municipal Regional de Agua.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Establecer un buen estudio de Mantenimiento Preventivo trimestral, uso de hojas de informes en mantenimientos que pueda evitar la mayoría de averías que se suscitan en los equipos de la empresa EMRAPAH.
- Obtener una excelente eficiencia de los equipos que tiene la empresa EMRAPAH con el estudio del Mantenimiento Preventivo anual y una tabla con las diferentes acciones a realizar.
- Lograr un correcto Mantenimiento que pueda mantener la distribución del líquido vital a la ciudadanía de los Cantones Arenillas y Huaquillas por medio del funcionamiento de los paneles de control y sistema de bombeo.
- Con este estudio que lograra ser guía para los técnicos de EMRAPAH, puedan obtener un buen conocimiento acerca de análisis de riesgos y lograr implementar cámaras de lectura de temperatura sabiendo su importancia y su necesidad de implementación en la empresa.

### **1.4 Tipo de investigación**

El proyecto que se realizara es de tipo documental por ende se muestra un estudio basado en las necesidades que tienen todos los equipos de la empresa EMRAPAH pudiendo maximizar un excelente trabajo, así también haciendo una explicación de cada uno de los sistemas que tiene la empresa.

Este estudio documental conlleva la investigación eléctrica, ya que los paneles de control funcionan con energía que deben de controlar, así mismo tiene un componente mecánico por las bombas que intervienen en el sistema, como electrónica por parte general de los paneles, esto quiere decir que este proyecto es una investigación que abarca tanto electricidad, mecánica y automatización, un campo de la parte técnica que es fundamental en mayoría de empresas.

Toda esta investigación es un proyecto aplicado a una empresa que tiene su departamento técnico y su descripción de la problemática seria que tiene este departamento por ende este es un proyecto de carácter documental que sirve como guía y que se introduce a la parte técnica como lo es la electricidad, automatización y la mecánica, todo esto lleva a la búsqueda de mucha información para poder realizar este estudio.

## **1.5 Hipótesis**

El siguiente estudio presenta un documento que se lo puede tomar como guía para el desarrollo efectivo de un mantenimiento preventivo para el personal que tenga un leve conocimiento en el área de electricidad y mecánica, haciendo así el proyecto más fácil de interpretar para los operadores que trabajan en la empresa EMRAPAH.

Un estudio como el que se está investigando es de mucha ayuda para técnicos jóvenes o con poca experiencia, así como también para los directores para que puedan entender de forma más sencilla que es lo que se realiza en la empresa y así constatar que todos los trabajos se ejecutan adecuadamente, tener plena confianza en operadores y la seguridad de los equipos es mejor también saber y garantizar que todos los paneles y sistema de bombeo no sufrirán fallas.

Todo este trabajo desencadena en una mejor economía para EMRAPAH que ve mejorías en sus sistemas y así ya no debe invertir más dinero en compra de nuevos equipos que se los obtenía por discrepancia de criterios de las personas que no sabían que debían tener un plan de mantenimiento, con este proyecto se dan cuenta que es muy necesario un estudio de estos y puede ayudar a ahorrar y favorecer la economía de la empresa.

## **1.6 Justificación de la hipótesis**

La elaboración de este trabajo se ve reflejado en la necesidad de una empresa importante y responsable en el proceso de purificación de agua de dos ciudades de la provincia de El Oro, necesidad de tener un plan que se dé como guía para futuros mantenimientos que se deben realizar en equipos que jamás se les ha dado un mantenimiento preventivo, ni un mantenimiento adecuado en la vida útil de las maquinas.

La falta de un proyecto como este conlleva que surjan desperfectos en la producción de purificar agua para las personas, y no solo esto, sino dando lugar al daño frecuente de los equipos por no contar con un mantenimiento preventivo adecuado.

Esta guía va a ser responsable de operarios más capacitados y un equipo de trabajo bien direccionado a realizar un buen trabajo en la parte correspondiente de tener en plena capacidad a los equipos con los que cuenta EMRAPAH, por ende, se procede a realizar la respectiva guía con altos estándares que requiere una empresa, dando pautas para implementar nuevas herramientas y nuevas estrategias para mejorar el rendimiento de todo, hasta el cien por ciento.

## **1.7 Metodología**

La metodología que se presenta en este estudio es a base de búsqueda y observación de los equipos existentes y de sus necesidades en la empresa EMRAPAH, así como también la utilización de métodos adversos para poder llegar a una conclusión de un buen resultado del mantenimiento de todos los paneles de control y el sistema de bombeo, parte de este proyecto es analizar los problemas que presentan las máquinas para poder observar los pasos que se necesitan para realizar un buen mantenimiento.

Buscar ayudas técnicas es una parte necesaria de esta investigación ya que se necesita saber con exactitud todos los problemas y como resolverlos para poder lograr un mejor mantenimiento y en el futuro no presente fallas este proyecto

## **PARTE I MARCO TEÓRICO**

### **CAPÍTULO 2**

#### **MANTENIMIENTO EN GENERAL**

##### **2.1 Fundamentos del mantenimiento**

El mantenimiento es aquella función que realizan operarios para mantener el funcionamiento y vida útil de las máquinas de una empresa, y tener una producción continua sin ningún paro de trabajos. En relación de todo esto, se puede llegar a la conclusión que un mantenimiento son todas las acciones necesarias para poder conservar o corregir un sistema, equipo o máquina permitiendo asegurar su funcionamiento a un mínimo costo, con todo lo anteriormente establecido, se puede definir las siguientes actividades y su misión:

- Lograr anticipar y corregir desperfectos.
- Contar y valorar el estado de los equipos.
- Abaratar costos.
- Reparaciones.
- Sustitución de Maquinaria

Existen todavía algunas empresas a nivel nacional que aún no cambian sus métodos y siguen en tiempos antiguas del mantenimiento, en la mayoría de estas sigue siendo la reparación urgente de daños la que establece que debe hacerse y no los ingenieros o personas capacitadas, existen un alto índice a nivel nacional de empresas que su prioridad es el mantenimiento correctivo, existen muchos profesional y gente capacitada que creen que todo el concepto de mantenimiento preventivo es muy interesante pero que empresas que ellos trabajan no se aplica esto. Todos deben conocer todas las razones de que una instalación a nivel industrial debe tener un mantenimiento óptimo a realizarse en ella, todas estas razones pueden llegar a ser:

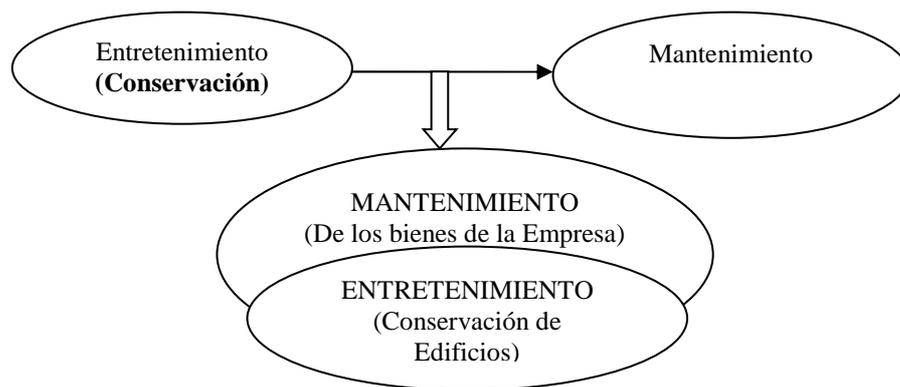
- La Seguridad del personal y también de cualquier otra persona también intervienen aquí, al igual que el medio ambiente que en la actualidad está tomando mucha fuerza con respecto a la parte industrial.
- La mayoría de maquinaria e instalaciones industriales deben estar habilitadas por años, aparte de que deben ser seguras e íntegras.

- Un elevado incremento de costo que en todos los casos o la mayoría de estos es la paralización de actividades de producción que significa mayor cantidad de pérdidas que inclusive son más elevadas que la misma reparación de los equipos.

Todo esto es fundamental y más que todo un mantenimiento se concentra en prevenir y reparar errores o fallas que se presentan, desprevénidamente en un sistema de empresas, todo mantenimiento es esencial para mantener todos los equipos en óptimas condiciones y sin ninguna novedad por lo que debe prevenir cualquier situación ya que el fallo de un equipo representa gran gasto para una empresa y paro de producción. (Gomez de Leon, 1998) & (Garrido, Manual Practico de Ingenieria de Mantenimiento, 2012)

## 2.2 Historia del mantenimiento

La palabra Mantenimiento comenzó a salir a la luz en las industrias en los años 50 en los Estados Unidos. El criterio de mantenimiento ha ido cambiando según su principio de resolver y restaurar las máquinas para afirmar la fabricación llegando así al concepto actual de mantenimiento que es prever, reparar y reexaminar las máquinas para disminuir los costos a nivel mundial



**Figura 2. 1: Evolución del Mantenimiento**  
Fuente: (Gomez de Leon, 1998)

En la historia existen 4 generaciones en la que se lo divide que son:

- Primera Generación: Es la más extensa de todas que se define desde la revolución industrial hasta la segunda guerra mundial, el mantenimiento que

se establece en esta generación es el mantenimiento correctivo que se encarga de reparar daños.

- Segunda Generación: Esta Generación se relaciona con las fechas que datan desde la segunda guerra mundial hasta los años setenta en los cuales se realiza la relación entre el tiempo que tienen los equipos y las posibilidades que tienen estos en cuestión de fallos, en estos años se descubre el mantenimiento preventivo y es el que se aplica a los equipos.
- Tercera Generación: Empiezan desde 1980 a realizar nuevas investigaciones para poder describir de donde ocurren los daños, en los años ochenta descubren el mantenimiento predictivo que actúa previamente a que los daños ocurran.
- Cuarta Generación: Las fechas datan desde finales de los años ochenta y a principios de los años noventa, en esta época el mantenimiento se vuelve más importante y lo asocian con una calidad excelente dentro de industrias, y también es parte de beneficios para cada empresa. (Gomez de Leon, 1998).

### **2.2.1 Aplicaciones del mantenimiento**

De todo lo anterior se llega a la conclusión de donde se aplica el mantenimiento y la responsabilidad de este:

- Todo Mantenimiento en Maquinarias
- Mejorar todas las partes técnicas que existe
- Lograr tener una excelente seguridad en equipos e instalaciones
- Todo tipo de Mantenimiento.
- Evitar fallas inesperadas en equipos de trabajo
- Suprimir los paros innecesarios de producción.
- Cualquier área o etapa industrial que intervengan maquinas (Gomez de Leon, 1998).

### **2.3 Ventajas y desventajas del mantenimiento**

En toda acción o proceso que se realiza a nivel industrial, siempre van a existir las ventajas y desventajas que tienen los procesos, así mismo hay que poner en consideración si las ventajas son mayores para poder realizar esta acción o si es mejor cambiar el equipo por uno nuevo. (Mantenimiento)

#### **2.3.1 Ventajas**

Las siguientes son las ventajas que tiene un mantenimiento, en este proceso que se realiza se dice que las ventajas son mayores que las desventajas:

- Un mantenimiento prolonga la vida útil de cualquier equipo o máquina.
- Mantiene siempre en buen estado a la maquinaria.
- Existe una clase de mantenimiento que previene las fallas o daños que tienen los equipos, así mismo existe un mantenimiento que corrige todos los daños que les ocurra.
- Se asegura que siempre funcione los sistemas y que nada afecte a su desempeño en la producción o en el trabajo que este tenga. (Mantenimiento)

### 2.3.2 Desventajas

Las desventajas o riesgos que se corre son de menor importancia comparados con los beneficios que los sistemas tendrán si se logra tener un buen mantenimiento.

- No se realice un buen mantenimiento por parte de técnicos y que esto provoque un fallo en los sistemas.
- No exista una buena instalación y esto provoque fallas en equipos.
- Uno de las mayores desventajas es la falta de recursos al momento de realizar ciertos mantenimientos que son costosos.
- Reducir la vida útil de una máquina.(Mantenimiento)

### 2.4 Tipos de mantenimiento

En total, en la vida técnica existen varios mantenimientos, tiene un equipo operando y se detiene el equipo para su mantenimiento el cual se puede aislar en correctivo y preventivo para tener una mejor idea, en la siguiente figura se muestran los tipos de mantenimiento:

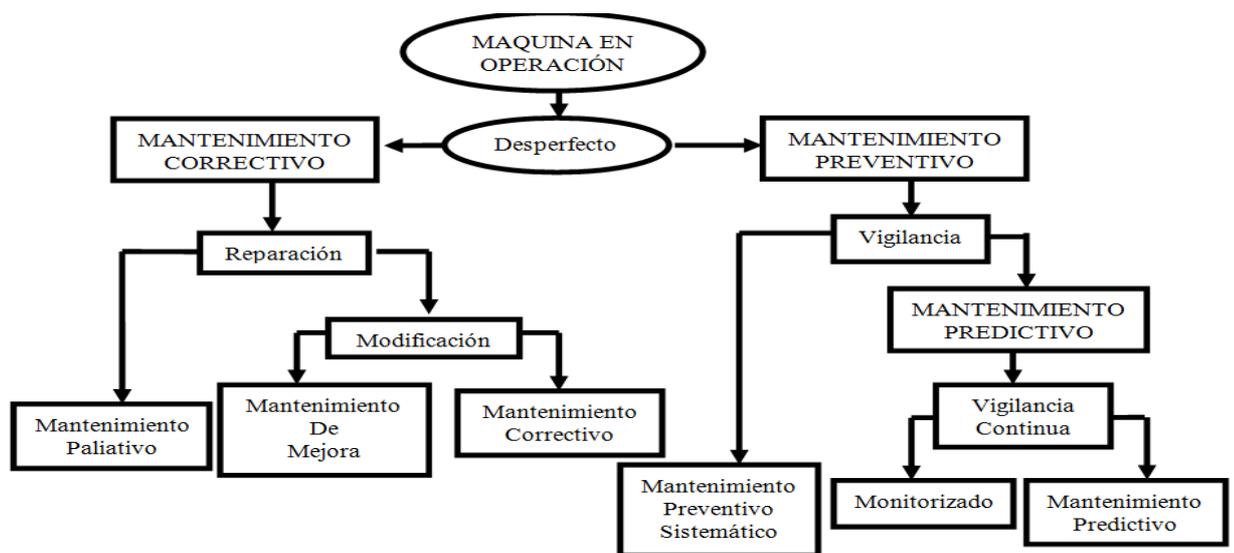


Figura 2. 2: Tipos de Mantenimiento  
Fuente: (Gomez de Leon, 1998)

Con finalidad de tener una mejor explicación de que es un mantenimiento y la necesidad de cada máquina al tener uno correcto se divide en varios tipos de mantenimiento, teniendo en cuenta que el principal se divide en dos que son el correctivo y preventivo con la conclusión que estos dos sucesivamente se dividen en otros mantenimientos específicos según necesidades.

#### **2.4.1 Mantenimiento correctivo**

La definición de un mantenimiento correctivo es la reparación de daños y fallas en el momento que estos llegan a suceder, normalmente cuando ocurre una falla en instalaciones, máquinas y equipos, la producción se detiene y ahí es donde entra el mantenimiento correctivo a arreglar el equipo que se dañó y volver a reiniciar la producción.(Garrido, Renovetec, 2009)

##### **2.4.1.1 Historia del Mantenimiento Correctivo**

Este mantenimiento tiene su origen para la producción en una industria, por lo cual como antes se lo menciono es el mantenimiento de la primera generación que se extiende desde la revolución industrial y llega a la primera guerra mundial.

En la revolución industrial que fue el inicio de la industria y por este motivo no estaba automatizado y tampoco estaba altamente mecanizado lo que significa que al momento que se paraba la producción no era muy importante el tiempo que se detenía por esta razón no se realizaban mantenimientos preventivo, solamente mantenimientos correctivos ya que a los directores de empresas no les daban mayor importancia al parado de la producción, otra de las razones era que los equipos no eran sofisticados lo que resultaba de gran ayuda para los técnicos ya que era muy simples y fáciles de reparar por lo cual no se realizaba mantenimiento preventivo ya que solo se le aplicaba lubricación , lo que resultaba en que el mantenimiento solo sea correctivo. (Garrido, Renovetec, 2009)

### **2.4.1.2 Objetivo de analizar los fallos**

El objetivo principal de analizar todo es poder identificar qué es lo que causa ciertas o los daños más recurrentes y las que su reparación es la que cuesta más para la empresa, lo importante es poder prevenir todo esto y también poder corregir en el tiempo adecuado para que no haya mucho tiempo parado el equipo. (Garrido, Renovetec, 2009)

### **2.4.1.3 El Mantenimiento Correctivo como base de un mantenimiento**

La mayoría de industrias optan por un mantenimiento correctivo, algo que no es lo correcto pero estas empresas lo toman como base al arreglo de averías al momento que estas se producen, el 90% de recursos de empresas se está destinando a la reparación de daños, el mantenimiento correctivo tiene ciertas ventajas si se lo llega a aplicar como el mantenimiento base en una industria:

- No existe necesidad de prevenir y menos aún programar una acción
- Al principio puede generar muy buenos resultados en el ámbito económico.
- Existen equipos en los cuales no funciona un mantenimiento previo por lo cual es mejor un mantenimiento correctivo, estos equipos son los electrónicos.
- Los gastos monetarios solo se los hace cuando se necesita reparar algún sistema.
- Al principio se ven resultados inmediatos que se prefiere al momento de un paro muy corto en la producción y llevar una base de gastos menores en el momento, pero a largo plazo se ven las dificultades al momento de tener en cuenta la suma de tiempo de paro de máquinas y gastos.

El mantenimiento Correctivo puede ser formidable como base de un plan de mantenimiento para ciertas empresas, pero lo que no se dan cuenta es que este mantenimiento también tiene ciertos inconvenientes cuando se lo plantea como todo el plan de una empresa:

- Todos los equipos ya no son seguros en su funcionalidad, por ende, la producción se verá afectada y habrá una inseguridad con respecto a la producción
- Las máquinas y sistemas se dañan más seguido por ende la vida de los equipos se reduce drásticamente.
- La garantía que tienen los equipos se verá afectada ya que en varias ocasiones la garantía queda anulada cuando no se realiza mantenimientos preventivos.

- Los daños frecuentes pueden generar con el tiempo daños más grandes y por esta razón puede existir inseguridad para los técnicos que trabajan en la empresa y para el medio ambiente. (Garrido, Renovetec, 2009).

#### **2.4.1.4 Causantes de fallos en equipos y su mantenimiento correctivo**

Algunas ocasiones es un poco difícil saber con certeza cuales son los motivos principales y también cuales son los de menor influencia en el daño, las causas habituales pueden ser:

- Existencia en una anomalía en el material del equipo que pueda ocasionar un daño significativo
- Todos somos humanos de igual manera son los técnicos que intervienen en operar estos equipos, un fallo en una persona es algo que sabe ocurrir
- Las condiciones climáticas son muy variantes y muy difíciles de predecir por lo que los equipos que pasan en exteriores o en lugares que las condiciones climáticas no son buenas, pueden presentar daños constantemente. (Garrido, Renovetec, 2009)

#### **2.4.1.5 Mantenimiento Correctivo y sus ventajas e inconvenientes**

Todo mantenimiento siempre va a tener sus ventajas y desventajas, el mantenimiento correctivo no es la excepción.

- **Ventajas del Mantenimiento Correctivo**

- Con este mantenimiento no es necesario que exista un plan previo para poder hacer el mantenimiento por lo que solo se actúa cuando algo muestra fallos.
- Este mantenimiento sabe aprovechar la vida de un equipo, por lo cual la empresa lo utiliza hasta que una falla lo deje deshabilitado permanentemente. (Gomez de Leon, 1998).

- **Desventajas del Mantenimiento Correctivo**

- Todos los fallos que se muestran cuando se aplica este mantenimiento son espontáneos ya que no existe una previa valoración del equipo.
- Puede existir un gran riesgo cuando se dañan piezas fundamentales de una máquina y no son fáciles de encontrar estos repuestos o ya no existe en el mercado, ya sea porque el fabricante ya no produce o el equipo es muy antiguo

- Mucha de las veces no se tiene mucho tiempo para poder reparar los sistemas ya que se necesita que la producción continúe, por lo que no se le da un correcto mantenimiento. (Gomez de Leon, 1998)

#### **2.4.1.6 Aplicaciones del Mantenimiento Correctivo**

- El paro de actividades en una industria representa un alto índice de costos en ciertos casos por lo que, si estos costos son menores a los costos de un mantenimiento preventivo, se aplica el mantenimiento correctivo
- Se aplica este mantenimiento en casos que la línea afectada es una línea secundaria, esto es motivo de que la producción no se vea muy comprometida y se puede aplicar un mantenimiento correctivo no mas (Gomez de Leon, 1998)

#### **2.4.1.7 Tipos de mantenimiento Correctivo.**

Existen dos tipos de Mantenimiento Correctivo, los cuales son el mantenimiento paliativo y el mantenimiento curativo o de mejora

##### **– Mantenimiento Paliativo**

Es la operación no concluyente cuyo objetivo es la de volver a reiniciar una producción dentro de la industria en el lapso más corto de tiempo, después de no mucho tiempo se tendrá que realizar un mantenimiento definitivo que arregle adecuadamente la máquina que se dañó temporalmente, el mantenimiento paliativo es aquel que restablece la producción de una empresa en el menor tiempo posible, haciendo una reparación leve al equipo para que las labores continúen solo hasta que se pueda parar la máquina y hacerle una perfecta reparación.(SEAS, 2012)

##### **– Mantenimiento Curativo.**

De todo lo que es el mantenimiento correctivo, el curativo es aquel que cuando la producción se detiene por un fallo, interviene el técnico a arreglar el equipo de forma definitiva, sin tener que volver a intervenir en un corto tiempo para poder solucionar definitivamente la máquina, mientras que el mantenimiento paulativo hace un arreglo para luego solucionar bien la falla del equipo, el

mantenimiento curativo no es así, este pretende que ya no se vuelva a intervenir la máquina. (SEAS, 2012)

#### **2.4.2 El Mantenimiento Preventivo**

Este tipo de mantenimiento tiene una composición científica de trabajos industriales que esta direccionada a actividad de producción e instalación de industrias, es de gran importancia por este mismo motivo se lo pensó y se lo estructuro con la finalidad de poder prevenir y adelantarse a cualquier tipo de falencia de máquinas y equipos, pudiendo lograr esto con datos respecto a distintos sistemas, partes y datos de fabricante.

Haciendo uso de los datos proporcionados, se realiza el mantenimiento con calendarios, fechas, el uso constante de equipos para así poder realizar los cambios de partes, reparación de instalaciones, ajustes, colocación de lubricantes y verificación de aceites a los diferentes tipos de equipos y máquinas que tenga dicha industria, es de vital importancia poder tener el mejor diseño por este motivo se adhieren componentes de conservación y un buen plan para que los empleados lo puedan aplicar sin importar, donde se encuentres ellos o los sistemas.

Todo mantenimiento preventivo tiene la opción de poder ser mejorado con el tiempo, agregando un nuevo plan de mantenimiento predictivo o cambiando algunas falencias que se vayan notando cada vez más seguido, por esta misma razón se va haciendo mejor para las industrias uno preventivo. Todo propósito que tiene este mantenimiento es poder buscar, hallar y corregir cada uno de los problemas y averías que tengas los equipos en una industria pero eso si antes de que estos produzcan una falla grande en la empresa o en la producción, son varias actividades que logran este objetivo, que se realizan por los técnicos, operarios, ingenieros que están a cargo de esta área que se asegura de que todo esté en correcto funcionamiento.

El alcance de un proyecto de mantenimiento preventivo y el costo que esta demanda, se debe tener en consideración. (Planificado, 2014)

### **2.4.2.1 Mantenimiento Preventivo y sus Beneficios**

Cualquier Mantenimiento tiene sus beneficios, a continuación, se detallan los beneficios más importantes de este mantenimiento:

- Logra simplificar los daños y tiempos muertos en máquinas y producción.
- En todos los casos de mantenimiento preventivo se ve reflejado que aumenta la vida útil de los equipos en los que se aplica este mantenimiento, siempre y cuando se tenga un buen cuidado en equipos y se realice el mantenimiento adecuadamente porque así pueda prolongar la vida útil.
- Cuando se plantea un buen mantenimiento, se puede lograr que se reduzca el inventario en las empresas.
- Todo trabajo que se realiza con calidad y en el tiempo planificado, mejora la utilización de recursos, en el mantenimiento preventivo se logra incrementar la utilización de equipo, instalaciones por ende mejor la utilización de recursos.
- Todo dinero que se ahorran en un mantenimiento ya sea un centavo espreciado para una empresa y sus trabajadores, ya que este dinero son utilidades para la empresa, todo equipo que funciona correctamente es un ahorro de dinero para una empresa y esto se transmite a mejores utilidades para empleados. (Planificado, 2014)

### **2.4.2.2 Costos que implica un Mantenimiento Preventivo**

Cuando se diseña un mantenimiento se debe tener por lo menos una idea de cuánto costara todo esto, ya que existen varios requerimientos, se mostrarán algunos costos que se deben tener en consideración:

- Todo programa tiene un arranque y esto también puede generar costos en un mantenimiento por lo tanto lo que se necesitará para arrancar será:
- Siempre se requiere de tiempo, pero muchas veces se necesitará su debido tiempo extra ya que es mucho el trabajo que se necesita cuando se intenta seleccionar una máquina o equipo que se debe incluir en un mantenimiento preventivo, más que todo los operarios necesitan más tiempo cuando intenta reunir todos los datos.
- Cuando ya se obtienen todos los datos de un equipo y toda información necesaria, se debe revisar un manual o ahora en la actualidad se los introduce en un programa de mantenimiento computarizado, todo este tiempo necesitan las personas que ayudan y tienen conocimiento en esta área.
- Los Almacenes e Inventarios son indispensables en cualquier aspecto, dada la importancia que tienen estos también se necesita información para poder realizar un debido mantenimiento y saber con lo que se cuenta en los almacenes ya que cuando se arregla un equipo o se le da mantenimiento se necesita piezas que pueden o no pueden estar en la bodega, así como también se necesitan introducir piezas que ya han dejado de funcionar, estos motivos dan a que se necesite información de que no existe en bodega, como también saber las herramientas que hay, se ha dicho que con el mantenimiento preventivo se reduce el inventario y es correcto, ya que cuando no se analizan las fallas que pueden ocurrirle a los equipos

- y solo se hace un mantenimiento correctivo, se deben tener varias piezas en bodega, con el mantenimiento preventivo se pide con anticipación la pieza a utilizar, solo esa, por lo que no queda más piezas que son innecesarias muchas veces, que jamás se las utilizara, entonces se reduce el inventario.
- Muchas de las veces los operarios son técnicos capacitados con muchos años de experiencia y no necesitan un entrenamiento, pero a veces si se necesita que las personas se estén actualizando y capacitando en este medio que la tecnología y las nuevas máquinas avanzan y aparecen con mayor rapidez, no solo las máquinas salen nuevas, existen nuevos mantenimientos preventivos que están saliendo y que empresas lo intentan implementar, los operarios también necesitan capacitaciones y entrenamiento para todo esto
  - Los costos siempre se repiten por decir las bodegas siempre deben estar abastecidas, como nuevos técnicos y operarios que suele necesitar a empresa y sobre todo capacitarlos.
  - Todo plan A siempre tiene un plan B y en los mantenimientos no son la excepción por lo que las alternativas más comunes de operarios son:
    - El mantenimiento está muy difícil y el equipo no coopera por lo que toman la medida de no hacer nada, claro que esto no es lo correcto, ya que solo cambian la máquina, compran una nueva, pero esta no es la finalidad del mantenimiento por lo que genera mayor cantidad de costos
    - Existen veces que les da lo mismo los mantenimientos y solo arreglan las fallas cuando estas ocurren o daña algún trabajo extra o simplemente se para la producción.
    - Existen empresas que, si le toman mucha importancia al mantenimiento preventivo por lo que, si lo realizan, pero contratando a otra empresa que se encargue de esto, las empresas dicen que la inversión, el tiempo y todo que gastaran en todo esto, se ve recompensado o es igual al costo que se da por contratar a una empresa. (Planificado, 2014)

### **2.4.2.3 Mantenimiento Preventivo y sus pasos a la eficiencia**

Todo mantenimiento debe ser eficiente y efectivo, pero existen pasos para llegar a la excelencia cuando se realiza un mantenimiento, existen varios factores que pueden influir en todo esto, los pasos son los siguientes:

- Tenemos que formular un plan y para ello necesitamos saber qué es lo que queremos obtener con este mantenimiento, casi siempre la mejor opción es trabajar en una base pequeña y luego irse expandiendo hasta lograr unos excelentes resultados, las metas que una empresa debería pensar en conseguir cuando se realiza un mantenimiento son de elevar el recurso de las maquinas, disminuir sus fallas.
- Saber y mentalizar que no mas debemos incluir en nuestro plan de mantenimiento y por dónde empezar, y cuan largo pueda ser su programa:
- Se debe de determinar el equipo y la maquinaria que está en más malas condiciones, la mayor parte de las veces es muy sencillo identificar a la máquina que necesita reparación urgente, pero existen casos en el que no, se debe analizar

- que máquina es la prioridad con respecto a lo que produce la empresa y en qué área de producción está el equipo
- Resulta fácil empezar por el departamento de la empresa que es más importante o el área de producción que es más importante para poder realizar el mantenimiento, que área es indispensable y no puede esperar o pararse por largos tiempo o que no se pare.
  - La empresa debe analizar si quiere implementar algo más como rutas de lubricación, realizar algún ajuste o calibración, se puede incluir revisiones monitoreadas de los equipos y analizar el aceite, todo esto dependerá del punto anterior de seleccionar la máquina y el área primordial
  - Toda empresa no solo necesita un buen mantenimiento en los equipos, sino también un buen plan de capacitación para sus técnicos, mientras más capacitados mejor realizarán un mantenimiento con equipos nuevos y podrán fortalecer conocimientos, una empresa con personal capacitado y equipos en buen funcionamiento, es una buena empresa.
  - Reunir datos y más que todo organizarlos es una tarea que demanda tiempo y esfuerzos, es un poco tediosa cuando toca realizarla, pero es necesaria y de muy buena ayuda en el plan de mantenimiento.
  - Existen pasos para establecer un mantenimiento preventivo los cuales son:
    - Se debe tener un listado de cada equipo analizado que se va a incluir en el plan de mantenimiento
    - Es indispensable establecer las ordenes y cada qué tiempo iniciar el trabajo.
    - Un mantenimiento Preventivo incluye todos los procedimientos bien detallados y completos cada vez que se realiza la inspección, hay varias maneras para realizar esto, todo proceso inserta detalles de máquinas y equipos. (Planificado, 2014)

#### **2.4.2.4 Como Implementar el Mantenimiento**

Toda la información anterior es realmente útil, es como la base de un mantenimiento o cómo hacerlo, todo esto visto es lo que necesita un mantenimiento, cuando todo esto ya está reunido el resto es muy simple. Todo mantenimiento necesita de persona o factor humano como se le sabe llamar, recopilando información o ejecutando el plan de mantenimiento, en cambio en un programa de computación para generar un mantenimiento preventivo cuando ya están los ajustes y todo listo lo que pide el programa se podrá generar las ordenes de trabajo y todo lo necesario para llevar a cabo el mantenimiento, todo esto es totalmente automático en una computadora. (Planificado, 2014)

#### **2.4.2.5 Última Revisión del Plan de Mantenimiento**

Cuando se realiza un plan de mantenimiento, cada cierto tiempo se debe de revisar ya que se obtienen nuevos reportes de funcionamiento de las máquinas, si hay alguna novedad o algo que no permita que los equipos funcionen correctamente y es por el plan de mantenimiento, este se debe de cambiar, no en su totalidad pero si en la parte que está obsoleta y no permite que las máquinas funcionen como antes con normalidad.(Planificado, 2014)

#### **2.4.2.6 Ventajas y Desventajas que tiene un Mantenimiento Preventivo**

Son más las ventajas que tiene un mantenimiento preventivo, inclusive sobre el resto de otros mantenimientos por su valor de poder evitar muchos daños, pero todo mantenimiento también tiene sus contras que se dirá los más importantes.

- **Ventajas de Mantenimiento Preventivo**

- No existe casi tiempo para que los técnicos que manejan la parte de producción no estén sin trabajo por lo que ayuda prevenir los paros en producción y paros en horas de trabajo de los técnicos
- Toda máquina siempre tiene pequeños fallos antes de que el equipo deje de funcionar, estos pequeños fallos se evitan.
- Cuando se está elaborado un producto en una fábrica o se está tratando agua para que sea potable y se detiene este proceso y se lo continua luego de unas horas, el resultado de este producto no será tan bueno por ende habrá productos de mala calidad y rechazados por los consumidores lo que incluye a que el criterio que tiene una persona hacia la empresa se vea afectada, todo esto se evita con un correcto mantenimiento preventivo.
- Cuando los equipos tienen un buen mantenimiento, prolongan la vida útil, esta razón da a que ya no se necesiten equipos nuevos por un buen tiempo y tampoco muchos equipos en funcionamiento.
- Si se averían máquinas grandes como productoras de energía, puede ser peligroso para los trabajadores, existen no solo equipos eléctricos que son peligrosos si no otras máquinas también, al evitar daños imprevistos, protegemos a nuestros trabajadores y protegemos a nuestra industria.
- A veces hay plazos de entrega en productos y todo plazo debe ser cumplido para poder ser una empresa de renombre y respeto, al no haber fallos imprevistos en equipos, no habrán retrasos en los plazos pactados con los clientes.
- Uno de los pasos a seguir en hacer un mantenimiento preventivo es el de ver el presupuesto y ver cuánto es el gasto, cuando se tiene un mantenimiento correctivo no se sabe cuánto será el costo y muchas de las veces resulta muy caro.

– Al tener una buena producción en una industria, se puede saber los índices que producción que tiene cada sector en las empresas que es muy beneficioso para todo. Cada vez que sucede un daño de un equipo y para la producción, se realizan trabajos de horas que muchas de las veces puede que llega a horas extras en los técnicos que solucionan los problemas, este mantenimiento evita estas horas extras en trabajadores. (Gomez de Leon, 1998).

- **Desventajas que tiene un Mantenimiento Preventivo**

– Cuando se realiza un plan de mantenimiento, siempre se debe de ver que se realice adecuadamente con los presupuestos adecuados, con la capacitación adecuada del personal con la seguridad y todo lo que se debe de tomar en cuenta para que se haga con eficacia, pero si esto no ocurre, es una desventaja ya que puede ser perjudicial en varios ámbitos para una empresa, que puede ver perdidas y fallos mayores en sus equipos. (Gomez de Leon, 1998)

#### **2.4.2.7 Aplicación del Mantenimiento Preventivo**

– Se aplica a los equipos de índole mecánica, eléctrica, electrónica o electromecánica que presenten desgaste o averías muy constantes que vayan a derivar a un daño mayor pero también se debe aplicar a cualquier equipo para tenerlo siempre protegido.

– A equipos que se conoce su fallo y su tiempo de vida útil hasta cuándo será, se puede aplicar con anterioridad un plan de mantenimiento para que ya no tenga fallos y aumentar su vida útil.

– A todo equipo en cualquier empresa o industria evitando muchas cosas que pueden ser negativas para ellos y aumentando varios beneficios que indica tener un plan de mantenimiento.

#### **2.4.2.8 Tipos de Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo se divide en dos, preventivo al igual que el correctivo son las dos partes que se divide un mantenimiento en general para los equipos, este preventivo se divide en predictivo y el preventivo sistemático, que son mantenimientos con mayor especificaciones para ciertos equipos e industrias, como el predictivo que es un mantenimiento para las fábricas o industrias totalmente automatizada que se realiza una intervención de mantenimiento sin mano del hombre

##### **– Mantenimiento Preventivo Predictivo**

Cuando se desarrolla tecnología nueva se topa y se avanza en la industria moderna, ya en la última década todas las industrias de electricidad, mecánica, electromecánica si ha visto muy inmersas en la electrónica y la automatización que

exige una capacitación mensual de todos los técnicos en todo ámbito, todo visto para la excelencia industrial y permitir que las máquinas funcionen eficazmente.

El mantenimiento del que se habla se puede decir que es una técnica para predecir las fallas y averías que ocurren en el futuro en los componentes de equipos en general para así poder reemplazarlos con anterioridad y evitar los daños con tiempo, con todo este pronóstico se llega a establecer un menor o casi anular el tiempo inactivo que pasan los equipos, como también maximizar la vida de las maquinas.(Labaien, 2009)

#### **– Mantenimiento Preventivo Predictivo y sus Beneficios**

- a) Se incrementa cuan disponibles están los equipos y máquinas en una empresa, esta es una parte fundamental en la industria
- b) La confianza y lo fiable que son equipos, personal y todo en general en una empre se mejora con este mantenimiento
- c) El dinero perdido se ve reflejado cuando se detiene la producción ya que se desperdicia materia prima en todo esto, el beneficio de este mantenimiento preventivo es evitar todo esto predicción que va a fallar.
- d) Las intervenciones en las máquinas en el año serán mínimas ya que se tienen bien atendidas
- e) Disminuyen los gastos por repuestos innecesarios cuando se tiene un buen control en las máquinas
- f) También se reduce los costos en la empresa en general por la reducción de mano de obra que representa tener un buen mantenimiento que prevé todo
- g) Tener un buen Plan de Mantenimiento Preventivo, puede asegurar eficiencia por lo que permite competir con otras industrias de muy alto nivel y renombre. (Labaien, 2009)

#### **– Mantenimiento Preventivo Predictivo y sus Inconvenientes**

- a) Rara vez el equipo de monitoreo falla pero esto lo convierte en un inconveniente porque puede fallar una máquina y puede ser más costoso, como también a veces no puede detectar todos los parámetros.
- b) Todo mantenimiento y toda empresa debe tener sus técnicos y personal muy bien capacitado pero este mantenimiento requiere un más alto nivel de capacitación para su personal esto es algo bueno pero un inconveniente por el costo que representa.

## – Aplicaciones del Mantenimiento Preventivo Predictivo

Este mantenimiento como cualquier otro es aplicable a un sinnúmero de equipos que sean eléctricos, mecánicos, electromecánicos y automatizados pero los destacados son:

- Máquinas Rotativas
- Motores y Generadores eléctricos
- Maquinaria estática
- Instrumentos de todo tipo

## – Mantenimiento Preventivo Sistemático

Mantenimiento realizado por previa revisión de un programa base ya establecido, ejecutándolo en unidades horarias, este mantenimiento se puede proporcionar tanto en equipos como en instalaciones, como cualquier mantenimiento se revisa los equipos para buscar fallos o prevenirlos, pero si estos fallos son realmente importantes, se interviene. Este mantenimiento puede resultar de un alto costo que en ciertos casos no se puede justificar el mismo. (Garrido Garcia, 2013)

### • Ventajas que tiene el Mantenimiento Sistemático

- Una ventaja es que no se espera a que el equipo se dañe y se detenga, cuando se apagan las máquinas, este mantenimiento entra a inspeccionar los equipos por lo que aprovecha el tiempo que descansa la máquina.
- Como es parte del mantenimiento preventivo, es muy bueno al prevenir daños menos para que no ocurran daños peores en las máquinas y instalaciones. (Garrido Garcia, 2013)

### • Desventajas que tiene el Mantenimiento Sistemático

- Como cualquier mantenimiento que existe se necesita personal capacitado para cualquier falla en los equipos, esto resulta costo cuando se daña una máquina y el arreglo siempre debe de ser inmediato duradero o temporal improvisando un arreglo hasta que llegue el repuesto de la pieza con avería. (Garrido Garcia, 2013)

## **PARTE II APORTACIONES**

### **CAPÍTULO 3**

#### **DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

##### **3.1 Descripción del plan de Mantenimiento**

**Figura 3. 1Diseño de Distribución y proceso de Agua Potable**  
**Fuente: EMRAPAH**

Se describe las partes que se tiene:

- Se menciona la importancia del mantenimiento en EMRAPAH
- Función que cumple cada uno de los equipos
- Se analiza las condiciones que se tiene en los equipos
- Se observa el proceso industrial que tiene la empresa y sus respectivas maquinas
- Se analiza los termómetros industriales por infrarrojo
- Se puede apreciar la importancia y funcionamiento de los termómetros industriales
- Mencionar el estudio del empaque por mergollar
- La importancia del mergollar y especificaciones técnicas que necesita la empresa
- Como se emplea el empaque por mergollar

Lo importante de este trabajo de titulación es poder corregir a tiempo todas las falencias de los sistemas a tiempo, demostrando con este una relativa importancia al momento de aplicar el mantenimiento y cada empresa, industria, etc. existente se dé cuenta de lo que implica no tener un plan que favorezca a los equipos como en el caso de EMRAPAH que los paneles que controlan todo el sistema no han tenido un mantenimiento previo o por lo menos una revisión que es algo grave con respecto al tiempo de uso que tienen, por eso es recomendable no solo tener un plan de mantenimiento preventivo anual, sino también un plan preventivo trimestral, esto quiere decir cada tres meses, ya sea de simple visualización o de limpieza de estos. El mantenimiento trimestral nos ayuda para poder recopilar ciertas fallas que puedan ir almacenando los equipos, todo esto con el fin y la importancia de que no ocurra nada severo con el tiempo, los paneles que tienen en funcionamiento las 24 horas del día durante los 7 días de la semana en esta prestigiosa empresa no descansan ni un día, exactamente desde hace 10 años, los paneles son lo que dan vida a la empresa conjunto con sus bombas (figura 3.2 y 3.3) que exactamente también trabajan sin cesar desde hace 10 años. Por este motivo ya presentan ciertas averías como ocurre cada cierto tiempo y lo que es peligroso, ya que cuando se desgastan los rulimanes que es la falla que presentan normalmente, y no se cambian estos se comienzan a pegar a la pared de la bomba. Al momento en que la pared de la bomba se pega con lleva algo severo, que es daño del eje, esto produce que se gaste una mayor cantidad de energía en esta bomba, por ende representa un mayor costo sin sentido para una empresa, un costo sin sentido solo por el simple hecho de no tener un plan previo para cambiar un ruliman, y no solo existe esto, sino también en los paneles que no se les ha intervenido, esto genera algo peligroso si se llegara a dañar cualquier elemento

interno que pueda llegar a la incineración e algún conductor y puedo ocasionar un riesgo mayor, todo esto se puede prevenir con un plan de mantenimiento trimestral y posteriormente pasar a uno anual o al tiempo que amerite el cambio de los elementos de las bombas o de los paneles. Se debe hacer observación de los paneles de la planta nueva de tratamiento ya que estos no han tenido un cambio de nada, ni un mantenimiento de toma de datos o mantenimiento visual para ver cómo se encuentra operando, no solo esto si no que no se ha observado el funcionamiento de las bombas, en el cual existen bombas (figura 3.4 y 3.5) que dan el servicio de potabilización del líquido vital que llega a las personas, se debe realizar un cambio de aceite y una verificación del correcto funcionamiento de los equipos. Se debe poner atención a todo esto que es una gran responsabilidad, en existencia en dicha empresa tienen la planta de procesamiento del agua con sus respectivas bombas que se alternan cada día, pero no deja de ser perjudicial para un equipo, un trabajo de 24 horas alternando un día, si no ha recibido un buen mantenimiento durante 10 años y no se tiene un plan de mantenimiento trimestral y anual se podrá aumentar la vida útil disminuir riesgos y trabajar con una mejor eficiencia y eficacia con todos estos equipo que tiene EMRAPAH.



**Figura 3. 2 Área de Captación**  
**Fuente: EMRAPAH**

En la figura se puede observar tres bombas conectadas simultáneamente, estas bombas pertenecen al área de captación de agua, que recogen desde el río Arenillas hasta la planta de tratamiento de agua, en total son seis equipos de bombas instaladas que llevan todo el líquido vital hasta la siguiente planta. Como ya se ha dicho con anterioridad, la planta de captación cuenta con tres equipos que se han instalado hace diez años que se le podría decir equipos nuevos y tres equipos antiguos que ya existían en esta planta.



**Figura 3.3 : Paneles y Bombas**  
Fuente: EMRAPAH

Se logra apreciar desde otra vista, los equipos de bombas nuevas que tiene la empresa, no solo eso, si no que se observa los paneles que controlan a las, las otras tres bombas de esta área se encuentran en la siguiente habitación con el mismo diseño en ubicación de las mismas, lo paneles que se aprecian también controlan dos de las ambas de la siguiente habitación y la sexta bomba es controlada por su propio panel, esta bomba que tiene su propio panel, fue la primera en ser colocada y la primera que suministraba agua a una planta de tratamiento que dejo de funcionar al empezar a funcionar la nueva.



**Figura 3.4 : Sistema de Bombas de Agua de presión y suministro**  
Fuente: EMRAPAH

En la foto se aprecia cómo está conectado el sistema de bombas que suministran el agua a las partes internas de la planta de tratamiento como es sanitarios, oficinas, laboratorios y no solo queda ahí, se puede observar las bombas de agua de presión o mejor llamadas bombas de cloro que son las responsables de llevar la clorificación al sistema de potabilización del agua. Todo el sistema comprende las bombas que se las utiliza en purificación del líquido vital y abastecer suministro de agua interno, las bombas se observan que no son de gran tamaño como otras que se encuentran en la empresa motivo por el cual, la función de ellas no requiere un mayor esfuerzo o capacidad de bombeo. Las bombas de suministro son de vital importancia que todo equipo que se encuentra aquí por motivo que son las encargadas de llevar el agua purificada desde las instalaciones de depósito al área administrativa que es donde se ocupa agua para necesidades básicas como los baños y como el laboratorio que se encuentra en la planta, las bombas de clorado envían el agua hacia la casa de cloración donde se administra el cloro manualmente y luego todo este líquido pasa a las demás etapas para que pueda ser utilizada en el proceso de purificación.



**Figura 3.5 : Sistema de bombas planta nueva**  
**Fuente: EMRAPAH**

En la imagen se puede distinguir la otra parte del sistema de bombas de la planta nueva de tratamiento de agua, la cual en la segunda parte de bombas consta con seis equipos que tienen diferentes funciones como lo son la bomba de transmisión que es aquella que lleva toda el agua a la distribución en las ciudades de Arenillas y Huaquillas, al igual que se encuentran las bombas de retro lavado que ayudan en la purificación del agua y se encuentran las bombas de lavado superficial

que permiten la limpieza del agua no solo se observa los equipos de bombas, se llega a verificar los paneles que controlan dichos equipos y la alimentación de otros sistemas que necesitan energía dentro de la planta, estos son los equipos que se logran apreciar en la imagen. Las otras bombas que intervienen en este ciclo y se aprecian en la imagen, son las bombas de retro lavado encargadas de limpiar los filtro rápidos, limpiar el fondo de los mismo donde se acumulan el lodo sedimentado del agua cruda con poli cloruro, estos equipos remueven todas las impurezas y las otras bombas que intervienen en este proceso de lavado de los filtros son las bombas de lavado superficial que se encargan de eliminar por completo el lodo que se encuentra en los filtros dando lugar a una mejor agua. La imagen es un diseño de cómo es el funcionamiento y las etapas que tiene la planta desde que llevan el agua del rio hasta la potabilización de la misma, es un proceso más o menos largo que supone varias etapas para poder lograr un buen líquido vital, asegurando la pureza del mismo. Todo este proceso de llevar agua hasta las personas de los cantones Arenillas y Huaquillas comienza en el rio de una de estas ciudades que es la de Arenillas, el agua llega desde la represa de Tahuin y forma el rio arenillas, ya que esta agua es muy contaminada, se le realiza una buena purificación, las bombas (figura 4.31, 4.32 y 4.35) que existen en el área de captación (figura 3.2 y 3.3) que ya anteriormente se ha mencionado que son seis, son las encargadas de recoger todo el líquido que se purifica, lo recogen del desarenador que es la primera etapa que llega el agua, una vez que el agua es recogida por las bombas, se unen sus tuberías las cuales conducen todo el líquido por un kilómetro de distancia que es donde se encuentra la parte de la planta nueva de tratamiento de agua.



**Figura 3. 6 : Área de Floculación**  
**Fuente: EMRAPAH**

Cuando el agua ha llegado hasta esta área, pasa por un floculador (figura 3.1) el cual ya comienza actuar y se agrega poli cloruro de aluminio a todo esto para que

las partículas que se encuentran en el agua formen floculos, también actúa una de las bombas de agua de presión (figura 4.40) o mejor llamadas bomba de cloración, son aquellas que les entra por una tubería líquido del depósito de agua y estas a su vez envían este líquido a un área de cloración que las mismas bombas impulsan el agua clorada hasta las diferentes aéreas que una de estas es la del floculador, una vez que pasa por esta etapa, se conduce el agua hasta otra etapa que se llama sedimentador.



**Figura 3. 7 : Área de Sedimentación**  
**Fuente: EMRAPAH**

Una vez que el agua llega el sedimentador (figura 3.7) pasa por una nueva cloración pero en este caso es una cloración a medias que se le llama por parte de las bombas de agua de presión (figura 3.4) que son las encargadas de toda esta actividad, se deja en esta parte para que se asienten los flóculos para lograr un correcto tratado del agua y pueda garantizar un líquido de calidad para la población en general, una vez que se ha hecho todo esto se pasa a la siguiente etapa.



**Figura 3. 8 : Área de Filtros Rápidos**  
**Fuente: EMRAPAH**

La siguiente parte que llega es la de filtros rápido que en esta intervienen las bombas de retro lavado y lavado superficial (figura 4.38) que su función es la

limpieza de los filtros rápidos en los que queda partículas asentadas y otros materiales, las bombas de retro lavado permiten la limpieza profunda de los filtros y limpieza del lodo y otros materiales que queda en ellos, el lavado superficial es el encargado de la limpieza de la parte superior de los filtros rápidos, una vez que el agua sale de estos se le inyecta cloro por última vez para luego pasar a la siguiente etapa.



**Figura 3. 9 : Tanques de reserva**  
**Fuente: EMRAPAH**

Los tanques de reserva son los depósitos (figura 3.9) de agua ya potable que sale de la planta de tratamiento, toda esta agua no es destinada solo para el cantón Arenillas, de estos sale una tubería de distribución que recorre veinte kilómetros hasta llegar a los depósitos del cantón Huaquillas, pero el líquido que contienen estos tanques no solo sirve para la ciudadanos si no para uso interno de la planta, la cual un poco de ella se le da una redirección hacia las bombas de retro lavado, lavado superficial, de agua de presión que son las bombas que ayudan a cumplir el proceso de purificación del agua cruda, así mismo le llega agua a la bomba de suministro que es la encargada de llevar agua a un tanque elevado dentro de las instalaciones con el fin de suministros líquido para necesidades básicas que se tiene en el edificio administrativo. Todo esto es el funcionamiento de la empresa, desde el área de captación que se muestra en la figura 3.1 hasta la planta de tratamiento de agua (figura 3.1), todo esto es el recorrido que se tiene para lograr la pureza del agua, no solo el recorrido se observa, sino donde intervienen cada bomba y como se encuentra conectada, al igual que la ubicación de los paneles que es de vital importancia para el control y funcionamiento de los equipos que permiten un excelente trabajo al potabilizar el agua

### 3.2 Estudio de Termómetro industrial de medición por infrarrojo

Esta herramienta es muy útil para lograr medir la temperatura de componentes eléctricos, como en paneles con carga y saber cuál de estos está sobrecalentando con respecto al resto de elementos y así poder realizar su debido reemplazo, cuando un panel se encuentra con carga, difícilmente se puede realizar la medición de la temperatura de cada uno de sus elementos sin correr algún riesgo eléctrico, es un implemento muy útil que ayuda sobre dudas y niveles de temperatura de los elementos eléctricos. Existen un sin número de termómetros industriales o mejor llamadas pistolas de temperatura por infrarrojo las cuales pueden detallar diversos datos de los elementos respecto a su temperatura (figura 3.10), no solo esto , si no también hasta cuanta temperatura pueden calcular, su mínimo y su máximo, las pistolas más utilizadas son las de tipo laser ya que pueden ocupar un toda una área donde se encuentra el elemento que se requiere medir, los modelos más sencillos que existen de estas pistolas miden de  $-18^{\circ}\text{C}$  hasta los  $260^{\circ}\text{C}$ , y los modelos avanzados van desde los  $-32^{\circ}\text{C}$  hasta los  $400^{\circ}\text{C}$  y existen modelos que logran medir hasta los  $600^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 3. 10: Termómetro de medición por infrarrojo**  
**Fuente:** (Corporation, 2017)

La medición de estos aparatos no solo ayuda en la parte eléctrica para medir la temperatura de sus componentes, ayuda en cualquier necesidad de temperatura que tenga una empresa, por ejemplo una empresa frigorífica, cuando se tiene sensores de temperatura en equipos y estos fallan, es de mayor utilidad esta herramienta pistola laser, en la actualidad es el método eficaz para saber mediante temperatura cuando

un material o componente eléctrico está fallando y necesita un cambio inmediato. Los diseños o modelos sencillos que existen de dicha herramienta funcionan con un lente para lograr enfocar los rayos infrarrojos, los cuales llegan a polímeros que toda energía recibida se transforma de manera de señal eléctrica, con esto se logra establecer y mostrar las unidades de temperatura que se necesita, este proceso ayuda a la medición de la temperatura sin lograr un contacto que es lo que se necesita cuando se tiene un alto nivel de riesgo eléctrico, todos estos termómetros ya son la actualidad en cuanto a medición de temperatura en industrias. Para encender la pistola laser solo es necesario presionar el disparador (figura 3.12) y se enciende, para lograr medir las temperaturas , se apunta y se aplasta el disparador que mide la temperatura y se muestra en la pantalla que este tiene (figura 3.11), para saber a qué objeto se está apuntando, cuenta con una mira laser que indica el objeto, se debe tener una distancia prudente para lograr una buena medición, una distancia que logre que el objeto sea mayor que el campo de visión de la pistola, este equipo graba todos los datos y puede descargarse a una computadora, inclusive tiene la opción de medir a contacto del objeto mediante una sonda que se conecta pero para equipos eléctricos con carga se recomienda utilizar la mira laser y una distancia prudente para obtener datos con seguridad del personal.



**Figura 3. 11 : Pantalla de lectura de temperatura**  
**Fuente:** (Corporation, 2017)

En la imagen se puede apreciar la pantalla principal del termómetro infrarrojo que en ella se presentan las funciones con la que cuenta el dispositivo que son los

datos de la temperatura actual, al igual datos de temperatura anteriormente registrado, registral la hora del día, al igual que en la parte de las pantallas pequeñas muestra la temperatura mínima y la temperatura máxima, da la alerta cuando su batería esta descargada y a punto de terminar, como también cuando el láser de medición esta encendido.



**Figura 3. 12: Disparador y mira laser del termómetro**  
Fuente: (Corporation, 2017)

En la figura se muestra el disparador del termómetro que es aquel que permite encender el equipo y de la misma forma al presionarlo que acciona el laser que sale por la mira que tiene este mismo para poder tomar las lecturas de temperatura, se debe tener una distancia adecuada para lograr mediciones exactas con dicha herramienta, se puede bloquear el disparador desde el menú para poder tener unas buenas lecturas continuas de temperatura mínima y máxima, de la misma manera tener unos datos de diferencia actual.

Se recomienda tener uno de estos para poder tener las mediciones semanales de que ocurre en los paneles, ya que estos intervienen para poder predecir la temperatura y de ese modo saber qué equipo es el que está sobrecalentando para poder cambiarlo.

### 3.3 Estudio del Sello por Mergollar

Un sello o empaque es una pieza fabricada y compuesta por materia prima que lo hace un poco blando que dicha función es la de estar en medio de dos piezas permitiendo la unión de estas dos y no deja que entre fluidos innecesarios para la máquina a la que corresponden las dos piezas a unir. Permite mantener la presión que conlleva la máquina y no permite que le entre contaminación y no salgan los fluidos del equipo en el que trabaja el sello o empaque, como son aceite, agua, aire y en caso de motores de automóviles es el combustible. Estos sellos tienen varias ventajas como entre estas es su sencilla instalación, su baja necesidad de mantenimiento que se lo realiza cuando se hace el mantenimiento de la bomba, como otras ventajas que este tiene que es su fuerte resistividad en la parte química. Estos sellos se los utiliza principalmente en válvulas, bombas que su función es en la parte de productos de alimento, medicina y en varios procesos industriales, y en procesos que se necesita que tenga una fuerte resistencia a cualquier tipo de corrosión, como en procesos de tratamiento y recolección de agua, y de función general.

Todo empaque sirve como sellado para las bombas o válvulas en industrias, son de real importancia por motivos que sin estos se puede producir una fuga, en caso de bombas de suministro de agua en EMRAPAH, se puede tener una baja productividad por el hecho de fugas de líquido para potabilizar, llevando esto a un mal funcionamiento y pérdida de producción en una empresa vital para las personas de dos ciudades.

Cada vez que se topan los equipos o que se les haga una revisión de rutina, debe tenerse en cuenta que deben de comprar estos sellos, en esta empresa y para los equipos que tiene se deben tener en bodega los tipo grafito que son especiales para equipos que trabajan con agua. En la figura 3.13 se muestra el sello por mergollar que es el encargado de mantener unida las partes de la bomba, para que no se pueda filtrar ni una gota de agua que pasa por estos, la vida útil del sello es de seis meses por motivo que al hacer el cambio de ruliman de las bombas, se abre todo y se debe de sacar el sello, en ese momento ya deja de ser útil aquel instrumento por esta razón se lo cambia cada seis meses, luego su tiempo de vida útil que da el fabricante es mucho mayor al del resto de elementos que obligan a realizar su cambio.



**Figura 3. 13: Mergollar negro de grafito**  
**Fuente:** (Chesterton, 2015)

Este empaque de grafito negro es avanzado de PTFE y hecho de materiales que demandan la exigencia del cliente y de sus equipos como bombas, válvulas, mezcladores entre otros que logren ser rotatorios y que necesitan especificaciones exactas de rigidez, logra compensar con menor fricción y generación de calor, logra proteger con efectividad los ejes no solo estos sino las camisas de los ejes, uno de sus beneficios es su sencilla instalación como su desarme. Son especiales para bombas y válvulas por su avanzada capacidad de evitar fugas como una vida útil larga y se la puede ocupar en varios lugares, tiene una gran variedad de aplicaciones, como la temperatura máxima que puede soportar de 260 °C, en los equipos de EMRAPAH se utiliza unos de una medida de 5/16 pulgadas, cuyo peso es de 2 lb.

Cada vez que se realiza una apertura de equipos se debe de cambiar estos empaques, ya que estos no vuelven a funcionar de la mejor manera al momento de sacarlos de los equipos, este empaque se logra expandir y unir de la mejor manera para poder evitar las fugas en los equipos, logra evitar algunos químicos como los solventes, ácidos, metales alcalinos entre otras sustancias., los empaques por mergollar que utiliza esta empresa son del tipo compuesto por grafito de color negro, sus equipos trabajan con agua en la potabilización de la misma y por este motivo estos sellos que tienen la más alta tecnología para trabajar en esta área, son aplicados, su especificación es la de 5/16.

### 3.4 Formulario para realizar registro de mantenimiento

Figura 3. 14: Tarjeta Maestra

<b>Tarjeta Maestra</b>		<b>No. 1</b>	
<b>1. Datos Generales</b>			
1 ←	<b>Equipo:</b> _____		→ 6
			→ 7
3 ←	<b>Marca:</b> _____	<b>Modelo:</b> _____	→ 2
		<b>Peso:</b> _____	
<b>Tiempos de Operacion</b>			
4 ←	<b>J. Laboral (HRS):</b> _____	<b>Intermitente:</b> _____	
5 ←	<b>H. de Vida No.:</b> _____	<b>Catalogo:</b> _____	→ 8
		<b>F. Instalacion:</b> _____	
<b>2. Datos del Fabricante y/o Representante</b>			
9 ←	<b>Nombre:</b> _____	<b>Telefono:</b> _____	→ 11
10 ←	<b>Ciudad:</b> _____	<b>Mail:</b> _____	<b>Otros Datos:</b> _____
<b>Tablero Electrico o Bomba</b>			
	<b>Marca:</b> _____	<b>Modelo:</b> _____	<b>Tipo:</b> _____
	<b>Hp:</b> _____	<b>RPM:</b> _____	<b>Volts:</b> _____
			<b>Serie:</b> _____
	<b>AMP:</b> _____		
	<b>Observaciones:</b> _____		

Fuente: (Olaya Vargas & Angel Casca, 2014)

1. Nombre de equipo que se le realizara el mantenimiento
2. Modelo de equipo que se le realizara el mantenimiento
3. Marca de equipo que se le realizara el mantenimiento
4. Jornada laboral detallada en horas
5. Hoja de vida del equipo que se le realizara el mantenimiento
6. Código del equipo que se le realizara el mantenimiento
7. Peso del equipo que se le realizara el mantenimiento
8. Fecha de la instalación del equipo que se le realizara el mantenimiento
9. Nombre detallado del fabricante del equipo que se le realizara el mantenimiento
10. Ciudad donde fue elaborado el equipo que se le realizara el mantenimiento
11. Dirección de equipo que se le realizara el mantenimiento



**Figura 3. 16: Tarjeta de Mantenimiento**

<b>Instructivo (diario)</b>		<b>No. 1</b>	<b>Pag. 1 de 1</b>
<b>Fecha de ejecucion</b>	<b>Hora de inicio</b>	<b>Hora de finalizacion</b>	
1 ←	2 ←	8 →	
<b>Codigo del equipo</b>	<b>Codigo de actividad</b>	<b>Actividad</b>	
4 ←	3 ←	9 →	
<b>Personal encargado de la actividad de mantenimiento</b>			
<b>Operador</b>		<b>Nombre</b>	
5 ←		10 →	
<b>Equipo y material necesario</b>			
6 →			
<b>Procedimiento</b>			
7 ←			
<b>Tiempo estimado de ejecucion:</b>		11 →	
<b>Observaciones:</b>	12 →		

Fuente: (Olaya Vargas & Angel Casca, 2014)

1. Hora de Inicio del Mantenimiento
2. Fecha que se ejecutara el Mantenimiento
3. Código de actividad a realizar
4. Código del equipo que se realizará el Mantenimiento
5. Quien realiza el Mantenimiento
6. Equipos necesarios para realizar el Mantenimiento
7. Procedimiento que se llevara acabo
8. Hora de Finalización del Mantenimiento
9. Qué actividad se hará en el Mantenimiento
10. Nombre de la persona que realizó el mantenimiento
11. Tiempo estimado que demora el mantenimiento
12. Observaciones del trabajo realizado

## CAPÍTULO 4

### MANTENIMIENTO TRIMESTRAL

#### 4.1 Estudio del mantenimiento trimestral en paneles y bombas

Se separará en dos partes los paneles, en los paneles que existe en la planta de captación de agua y los paneles que existe en la planta de tratamiento de agua, primeramente se hablara de los paneles que existen en captación de agua. Él proceso de mantenimiento de los paneles y bombas se realiza por varias etapas que en cada uno de los paneles se irán mencionando, un mantenimiento de este tipo puede ser muy redundante por motivos que dichos sistemas son parecidos al momento de controlar solo un equipo, llevan los mismos componentes

##### 4.1.1 Panel de Control 1 – bomba 1

El primer panel que se encuentra en el cuarto es la alimentación principal y para controlar el funcionamiento de la primera bomba que sirve para captar el agua y enviar a la planta de tratamiento de agua, es un panel amplio que está compuesto de su disyuntor principal de una capacidad de 600 A, marca Mitsubishi y modelo NF 630-SW (Figura 4.1), uno de 175 A para la primera bomba de captación, marca Mitsubishi y modelo NV 250-SW (Figura 4.2), cuenta con tres contactores Mitsubishi modelo S-N 125 que soportan un voltaje de 240-440 V y un amperaje de 125 A (Figura 4.3), otro contactor pero modelo es un S-N 25 y resiste un Amperaje de 50 A (Figura 4.4); un contactor Mitsubishi S-N 10 capacidad hasta 20 A (Figura 4.5), dos disyuntor de 5 A, un disyuntor de 20 A, un switch de nivel. No solo cuenta con esto ya que es un panel que llega energía y controla una de las bombas de captación por ende cuenta con cuatro relé, dos de sobre carga y dos de bajo voltaje de la Marca OMRON, su modelo es el SDV –FH 61 (Figura 4.6), treinta y cinco relés de uso general de la marca OMRON modelo son los MY (Figura 4.7), cinco timer multifunciones de la marca OMRON y de modelo H3CR-A (Figura 4.8), un swich de timer marca Panasonic del modelo TB 15601K (Figura 4.9) y finalmente tiene cuatro breaker de la marca Mitsubishi de 15 A modelo NF 32-SW (Figura 4.10) y botones para paro y marcha y transformadores y fusibles Mitsubishi de 0.6 Kv (Figura 4.11 y 4.12).



**Figura 4. 1: Disyuntor de 600 A**  
**Fuente: EMRAPAH**

El disyuntor o mejor conocido disyuntor es el componente encargado de proteger al panel y al resto de componentes y equipos de una sobre carga repentina que pueda tener lugar en los paneles de control, o en el momento que se va la energía y vuelve de una manera repentina y puede ocasionar algún fallo en el sistema, es el encargado de controlar el paso de energía a los equipos y así poder ayudar a protegerlos.



**Figura 4. 2: Disyuntor de bomba de 175 A**  
**Fuente: EMRAPAH**

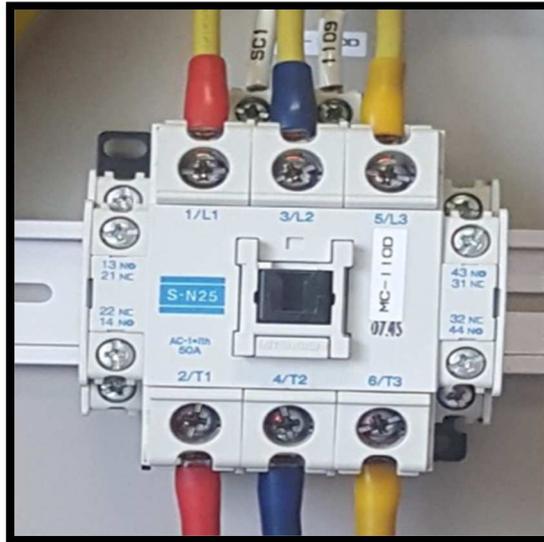
Al igual que todo disyuntor, son componentes de protección para los sistemas antes que llegue una descarga de energía y dañe algún componente, en este caso, este disyuntor pertenece a la protección de la primera bomba que tiene el sistema de captación, logra proteger a la bomba en caso de algún fallo de la misma y poder dejar sin energía, y hacer los trabajos o proteger la bomba de una sobrecarga de energía.

Sin estos disyuntores, los equipos no podrían trabajar con seguridad alguna ya que podrían sufrir alguna avería seria, estos los protegen de todo esto, en estos paneles existen varios disyuntores de diferentes niveles de amperaje que son para distintas partes, en este caso este disyuntor es para la que controla este panel en sí.



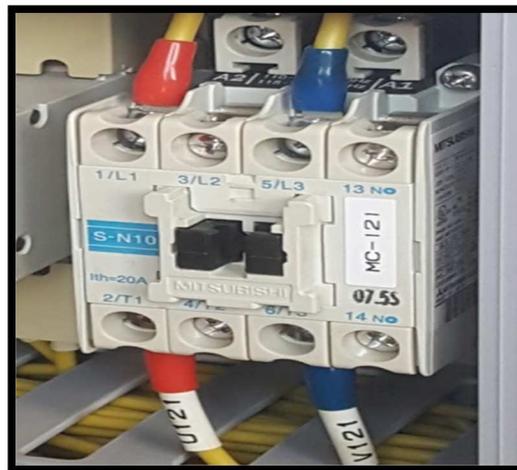
**Figura 4. 3: Contactor S-N 125**  
**Fuente: EMRAPAH**

El contactor es un elemento de seguridad y a la vez de paso de corriente, corrientes altas que en este caso se utiliza en los tableros y bombas en la empresa, todo contactor es parecido a un disyuntor, la única diferencia que un componente de estos permite el paso de corriente para poder trabajar y un disyuntor protege a los equipos de una sobrecarga.



**Figura 4. 4: Contactor S-N25**  
**Fuente: EMRAPAH**

Como anteriormente se ha hablado, un contactor es un componente que permite el paso de corriente y trabaja con esta mismo, ya que permiten un proceso automático sin intervención del hombre, ya sea para poder poner a funcionar las bombas o para en otras empresas activar otras funciones en el proceso de producción.



**Figura 4. 5: Contactor S-N 10**  
**Fuente: EMRAPAH**

En toda industria se va encontrar muy seguido con muchos contactores por el motivo de automatización que tienen las empresas, controlan varias etapas de la producción y de equipos, estos contactores tienen facilidad para poder inspeccionarlos al igual que son muy seguro y fácil de montar en los tableros



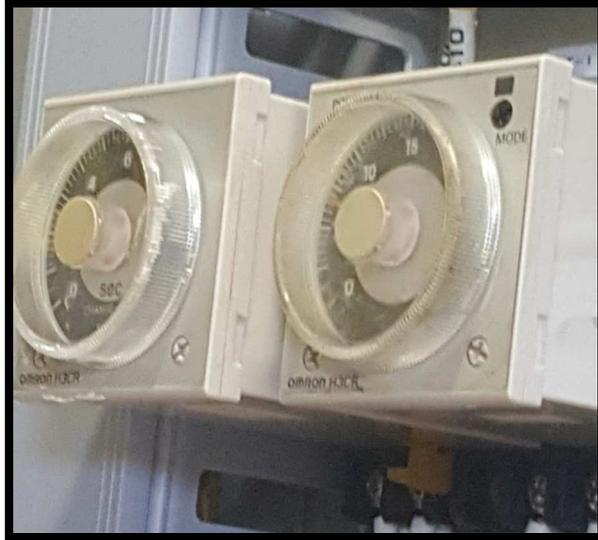
**Figura 4. 6: Relé de Sobrecarga**  
**Fuente: EMRAPAH**

Es un relé de protección que funciona cuando ocurre una sobrecarga a los equipos un sobrecalentamiento de los mismos, se lo utiliza comúnmente en proteger a motores y ciertos transformadores cuando ocurre una elevación de corriente.



**Figura 4. 7: Relé de Función General**  
**Fuente: EMRAPAH**

Al igual que todo relé que ayuda en la función de automatizar y proteger equipos, este no es la excepción en su trabajo, estos relé sirven para muchas funciones en sí, estos relés tienen una larga vida útil que es muy beneficioso para las empresas, puede soportar altas vibraciones y varios golpes



**Figura 4. 8: Timer H3CR**  
**Fuente: EMRAPAH**

Es un reloj que controla el tiempo en que se envía la energía a otro componente del tablero para que a su debido tiempo mande a funcionar otro, por ejemplo aquí sería un reloj para encender las bombas, en otras empresas sería para cumplir otra función de tiempo



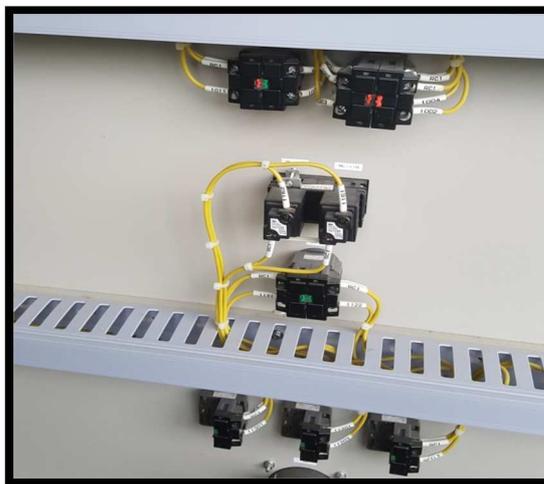
**Figura 4. 9: Swich de Timer**  
**Fuente: EMRAPAH**

El switch del timer permite interconectar todos los dispositivos que se encuentran en el panel y así poder retransmitir la información de ellos y poder distribuir la información de todos ellos, pudiendo lograr una buena distribución de los datos para poder lograr que se activen en el tiempo adecuado que se tiene establecido.



**Figura 4. 10: Disyuntor de 15 A**  
**Fuente: EMRAPAH**

Todos los disyuntor con dispositivos de protección para los equipos, aquí se muestran 7 de estos los cuales tienen funciones diferentes en este panel, por motivo que es un panel de alimentación principal que manda energía a otras partes del área de captación



**Figura 4. 11: Botoneras**  
**Fuente: EMRAPAH**

Las botoneras como su nombre las describe son botones como cualquier otro que abren y cierran el circuito eléctrico en las industrias, en este caso las botoneras hacen que se ponga en marcha los paneles de control en la empresa, hacen que se activen, son los encargados del inicio de todo el sistema de purificación de agua cruda,

existen también las luces piloto que son las encargadas de avisar cuando el equipo está funcionando o está parado.



**Figura 4. 12: Fusible de 0.6 Kv**  
**Fuente: EMRAPAH**

Todo fusible es un elemento de seguridad para todo el sistema, protege a los conductores de cortocircuito, se podría decir que al momento de que un cable produzca un corto, se puede iniciar un incendio, por lo tanto los fusibles son los encargados de proteger de todo esto, en esta empresa y en muchas los equipos suelen trabajar con cargas muy altas por lo que estos fusibles como se ven, son para cargas altas.

#### **4.1.1.1 Mantenimiento de Panel de Control 1**

- Desconexión de energía
- Verificación de seguridad
- Cambio de de disyuntor principal
- Limpieza de la bobina de transformador
- Verificación externa del panel
- Revisión interna
- Toma de datos de componentes
- Limpieza de componentes internos y ajuste de terminales
- Limpieza y revisión de los conductores

Todo mantenimiento o trato con electricidad ya sea en baja, media o alta tensión, siempre debe tener su seguridad, ya que conlleva muchos riesgos y peligros, ya sea para los equipos o lo que es peor sobre la vida de las personas que realizaran

el trabajo, principal medida de seguridad a tomar para poder trabajar con paneles y bombas es desconectar la energía que llega los mismos, el mantenimiento preventivo que se programara desde ahora, se lo hace con la finalidad de que el día que se ejecute o no, informar a la ciudadanía que se detendrán los trabajos de los paneles por un tiempo de cuatro días, dos días para la parte de captación y dos días para la planta de procesamiento, intercalando que en una semana se haga el mantenimiento de captación los paneles y la semana siguiente la parte de la planta de tratamiento de agua.

Semanalmente tomar lectura de los niveles de temperatura de los componentes de cada panel, con la cámara foto calórica para saber los componentes que tienen fallas para luego cambiarlos, este análisis se lo realiza con carga y una semana antes del mantenimiento y no solo ahí, si no luego de este cada dos semanas para comprobar los componentes.

Se procede a informar a la empresa eléctrica las fechas que se realizara este mantenimiento para que no suministren energía a estas partes de la empresa, luego de todo esto se procede a ingresar a los paneles no antes sin protección alguna, lo que normalmente se realizara en este panel es la limpieza de la caja que contiene todos los elementos, de este modo eliminando impurezas, suciedad y animales que puedan estar por el sector y conductores de energía que llega a cada panel.

luego de esto se abre el panel y se revisa que todos los conductores estén en óptimas condiciones para su funcionamiento, si alguno de estos presenta desperfecto que debe cambiarse inmediatamente, se cambia por uno igual que debe existir en bodega, en caso de que no exista y sea la primera vez que se realiza un mantenimiento de este tipo, se procede a comprar y a dejar en bodega más de este conductor para los siguientes mantenimientos, se toma nota del tiempo de vida útil para así poder saber cuándo todos los conductores necesitan un cambio y se toma nota de cuando se colocó este nuevo conductor, si el conductor se ve y puede presentar una falla en un futuro, se mantiene en bodega reemplazo de este conductor para el mantenimiento preventivo anual que se realiza, seguido de todo esto y al igual que el conductor.

se realiza la limpieza de cada uno de los disyuntor, contactores y elementos que cuenta este panel , y del mismo modo se analiza si están en pleno

funcionamiento y todo, se revisan los fusibles del panel para ver su estado, no solo esto si no revisar y limpiar las bobinas que existen en este, reapretar los tornillos de cada uno de los elementos ya que con el paso del tiempo se saben aflojar y poder evitar la oxidación y calentamiento de los elementos, se comprueba los botones de paro y marcha que funcionen correctamente y una limpieza general de cada componentes.

#### **4.1.2 Panel de Control 2**

Este panel con el anterior y los demás tienen una misma similitud en modelos de elementos y su cantidad de amperios que resisten, pero su diferencia es que no están algunos elementos con respecto al panel anterior, la energía de este panel es suministrada por el panel 1 y controla la segunda bomba en la parte de captación, por lo cual cuenta con su disyuntor principal que es un Mitsubishi de capacidad 175 A modelo NV 250 – SW, cuenta con tres contactores Mitsubishi de 125 A y son del modelo S-N 125 y un contactor Mitsubishi S-N 25 de 50 A, cuenta con dos timer de función general de la marca OMRON modelo H3CR – A, cinco relé de uso general de la marca OMRON y del modelo MY, sus respectivos transformadores potencial y transformadores de corriente de la marca Mitsubishi del tipo CW-5L y sus respectivas botoneras, esta son todas las especificaciones de este panel, todo panel no es tan complejo, ni tiene tantos elementos ya que son paneles que controlan una sola bomba que trabaja las 24 horas del día durante todos los días que permite llevar todo el líquido vital a la planta de procesamiento de agua.

##### **4.1.2.1 Mantenimiento de Panel de Control 2 – bomba 2**

- Desenergizar las instalaciones
- Seguridad eléctrica
- Cambio de relé de función general
- Limpieza y verificación de la parte externa del panel
- Revisión interna del panel
- Limpieza de conductores
- Ajuste de terminales de equipos
- Toma de datos de los componentes

Todo mantenimiento, cada vez que se realiza, los procedimientos son exactamente iguales, lo primero es ver el día que se iniciara el mantenimiento trimestral para así después de tres meses volver hacerlo pero se toma en consideración el día para poder informar a la empresa eléctrica y las distintas entidades que se llevara a cabo este mantenimiento, como la toma de lecturas de la cámara foto calórica con carga y ver los componentes que necesitan un cambio, la empresa eléctrica debe desconectar los servicios de energía que van dirigidos a la planta de captación para que pueda haber una buena seguridad y un buen manejo de los componentes internos y los paneles sin ningún daño al personal de realizar este proceso, de la misma manera siempre utilizar el equipo idóneo para este trabajo.

Para poder maniobrar todo con seguridad, como es en todo los paneles realizar una limpieza exhaustiva del polvo, la suciedad que puedan tener los conductores a los que les llega la energía y entran al panel, se debe verificar que no hayan animales y objetos extraños en su exterior para que se dé una falla futura en todo el equipo, después de comprobar y limpiar todo el exterior se procede a realizar la limpieza y comprobación de los componentes internos de los paneles, se procede a una limpieza de cada uno de los componentes del que está compuesto el panel.

Empezando por conductores, que se revisa si presentan alguna falla o se verifica si pueden sufrir una futura avería o si su vida útil ya ha concluido y se debe realizar el cambio de este en ese momento o en el mantenimiento anual, luego de la limpieza y verificación de los conductores que intervienen,

Se procede a realizar ajustes en tornillos y limpieza de los disyuntor, verificación si funcionan correctamente, conjuntamente luego de la limpieza y verificación, se analizan el resto de componente como los contactores que reciben el mismo proceso de limpiado y análisis para un futuro, finalmente se revisa todos los relé y los timer, que de igual manera se verifica su vida útil, su debido cuidado y apretar sus tornillos para tener mejor cuidado y no presenten oxidación, al igual que los botones de arranque y pare que se lo verifica que no se traben o están desgastados o averiados.

### **4.1.3 Panel de Control 3**

Este panel conjuntamente con el panel 2 y el panel numero 4 son similares tanto en sus componentes internos como en su función que es controlar la bomba número 3 de la planta de captación, están diseñados de la misma manera todos estos paneles por lo que cuentan con su disyuntor principal Mitsubishi de 175 A modelo es NV 250 – SW, cuenta con tres contactores Mitsubishi de 125 A y modelo S-N 125 y un contactor Mitsubishi S-N 25 de 50 A, cuenta con dos timer de función general, marca OMRON modelo H3CR – A, cinco relay de uso general marca OMRON y del modelo MY, sus respectivos transformadores de potencial y transformadores de corriente de la marca Mitsubishi del tipo CW-5L y sus respectivas botoneras, estos paneles deben tener un correcto mantenimiento para que no haya mal funcionamiento para un futuro y puedan utilizarse bien los recursos.

#### **4.1.3.1 Mantenimiento de Panel de Control 3 – bomba 3**

- Desconexión de la energía para trabajos de mantenimiento
- Protección eléctrica del personal que realizará
- Cambio de disyuntor principal y relé de función general
- Revisión externa del panel de control
- Revisión interna del panel con componentes
- Limpieza de conductores y ajuste de terminales de componentes internos
- Limpieza de componentes internos

Todo mantenimiento debe hacerlo con seguridad que es lo que se debe hacer por el bien de los técnicos y operarios que realizan las maniobras, así como también se debe trabajar sin energía, esto equivale a informar a las personas correspondientes que envían la energía a la planta que se tomaran medidas para mantener en óptimas condiciones a sus equipos realizando un mantenimiento programado para fechas que dispongas los técnicos que serán en dos días, uno para la planta de captación y otro para la planta de tratamiento, por lo que la empresa eléctrica debe desconectar la energía estos dos días para que el personal pueda trabajar sin ninguna preocupación de que ocurra algún accidente.

Luego de verificar que no existe energía en los equipos se procede a la limpieza de los paneles en la parte exterior, una limpieza que se realizara cada tres

meses para limpiar y dejar sin suciedad las cajas de los paneles y los conductores que les llega energía para que no ocurra ningún daño ya que el polvo y la suciedad no permite una buena conducción y no solo esto, si no verificar que no haya alguna obstrucción en los conductores y ningún fallo en estos, después de realizar la debida inspección y limpieza exterior en los paneles, se procede a realizar en la parte interna.

Comenzando con la limpieza, verificación del correcto funcionamiento, detalles y vida útil de los conductores que son los que se encargan de llevar la energía a cada uno de los componentes y a las bombas, se realiza la limpieza y toma de datos de los disyuntor para analizar su funcionamiento y que no hayan desperfectos que puedan ocasionar un accidente a futuro.

Se revisa y se limpian los contactores como también a los timer y relé que son componentes importantes en cada panel que existe, se da un limpieza a las bobinas de los transformadores para que no existan daños posteriores y se da una última revisada final a las botoneras y se hace un análisis de temperatura al equipo una semana después para saber si está funcionando con normalidad y están sufriendo una sobre temperatura que no permite su correcto funcionamiento, se toma apuntes de todo.

#### **4.1.4 Panel de Control 4 – bomba 4**

Los componentes que contiene este panel tienen características distintas ya que son de bombas antiguas, ciertos componentes de este son similares a las del resto por el hecho de que cada uno de estos paneles controla una bomba del mismo tipo con la función de recoger agua del rio arenillas y transportarla hasta otras bombas que tratan estas aguas, son muy pocos los elementos de los que está compuesto estos paneles.

La única diferencia es su disyuntor principal y marca Mitsubishi de capacidad 150 A y su modelo es un NV 250 – SW, cuenta con un contactor Mitsubishi del modelo S-N 65, con un contactor Mitsubishi del modelo S-N 95 y un contactor Mitsubishi S-N 25 que soporta 50 A, un contactor S-N 30, cuenta con dos timer de función general de la marca OMRON modelo H3CR – A, cinco relé de uso general

de la marca OMRON y del modelo MY, sus respectivos transformadores de voltaje y transformadores de corriente marca Mitsubishi del tipo CW-5L y sus respectivas botoneras.

Estos componentes deben estar en óptimas condiciones para que puedan realizar su trabajo las 24 horas del día sin descanso y que no presenten alguna falla que pueda ocasionar el daño de alguna de estas bombas de las que depende la empresa, si algo falla puede tardar mucho tiempo y esto produce que el agua no llegue a los hogares de las personas, y esto no se puede permitir esta empresa.

#### **4.1.4.1 Mantenimiento de Panel de Control 4**

- Dejar sin energía el sistema para realizar el mantenimiento
- Revisar parte externa del panel
- Verificar estado de los conductor y limpieza de los mismos
- Revisión interna del panel y limpieza interna del mismo
- No se realiza cambio componente por motivo de no presentar fallas
- Ajuste de terminales y limpieza de todo componente

Todo panel tiene que tener su debido mantenimiento y cuidado para que puedan funcionar correctamente, todo estos mantenimientos se los realiza de manera trimestral y programados con los técnicos, y sobre todo realizar de una manera segura todo esto, si no se toma las medida adecuadas, pueden resultar graves daños a técnicos y equipos, cuando ya se tiene una fecha estimada que se realizara el mantenimiento. Se pone en acción el mantenimiento, lo primero que se debe de hacer es dejar sin energía los paneles, un día en la planta de captación y un día en la planta de tratamiento, se debe de informar a las entidades que son la empresa eléctrica para que pueda dejar sin energía estos dos días a los paneles, luego de que se deja sin energía todo esto.

Se procede a usar ropa adecuada y medidas de seguridad en los técnicos para que no les ocurra nada perjudicial, una vez completado las medidas de seguridad, se empieza a limpiar el panel de la suciedad y el polvo, retirar obstrucciones, animales, se analizan los conductores de entrada de dichos paneles que no exista ningún daño o desperfecto que pueda ocasionar algún daño en cualquier componente o equipo en un futuro

Cuando todo lo que comprende la parte exterior del panel esta realizado, se comienza a examinar el panel por adentro y hacer el respectivo mantenimiento y análisis de cada componente, como los disyuntor se deben limpiar, verificar si existe alguna falla en ellos, volver apretar los tornillos para evitar la entrada de suciedad y oxidación a estos mismos y pueda ocurrir algún accidente, así como limpiar y verificar los conductores internos que son los que conducen la corriente, que no exista daño y una buena limpieza.

Verificar a cada uno de los componentes restante con su debida limpieza verificación y toma de notas para el mantenimiento anual que se debe realizar y el análisis de temperatura semanal de los elementos que más calientan para su respectivo reemplazo en el siguiente mantenimiento, evitando desperfectos en los paneles.

#### **4.1.5 Panel de Control 5 - bomba 5**

Este Panel es exactamente igual al panel cuatro ya que son de dos bombas antiguas de esta plan, la bomba cuatro y cinco o mejor dicho, bomba uno existente y bomba dos existente, misma capacidad que las que se compraron hace 10 años para hacer un poco más grande la planta la única diferencia que tiene este panel, es su disyuntor principal que es de 150 A y su modelo es un NV 250 – SW, cuenta con un contactor Mitsubishi del modelo S-N 65, con un contactor Mitsubishi del modelo S-N 95 y dos contactores Mitsubishi S-N 25 de 50 A, cuenta con dos timer de función general de la marca OMRON modelo H3CR – A, cinco relé de uso general de la marca OMRON y del modelo MY, sus respectivos transformadores y transformadores de corriente de la marca Mitsubishi del tipo CW-5L y sus respectivas botoneras, estos componentes deben estar en óptimas condiciones para que puedan realizar su trabajo las 24 horas del día sin descanso.

##### **4.1.5.1 Mantenimiento de Panel de Control 5**

- Dejar sin energía el sistema para realizar el mantenimiento
- Revisar parte externa del panel
- Verificar estado de los conductor y limpieza de los mismos

- Revisión interna del panel y limpieza interna del mismo
- No se realiza cambio componente por motivo de no presentar fallas
- Ajuste de terminales y limpieza de todo componente

Todo equipo que funciona mediante energía eléctrica, es peligroso para la vida de las personas y en estos paneles no es la excepción, incluso es más riesgoso porque utilizan voltaje que tranquilamente podría matar o dejar discapacitada a una persona en el mejor de los casos, por esta razón se verifica y se notifica a la empresa eléctrica cuando se va a realizar todo este mantenimiento para que no dejen energía en los equipos, lo que se quiere es trabajar sin energía en plena seguridad para las personas.

Se toma nota de cuando se realizara el mantenimiento para programar el siguiente después de tres meses, luego de todo esto y con la seguridad aun así de los técnicos, se procede a realizar el mantenimiento de la parte exterior de los paneles , que lo normal como ya antes se ha dicho es una limpieza de las impurezas que presentan estos como polvo que se sabe acumular en los conductores que llega la energía, polvo en la caja del panel que pueda provocar oxido o pueda provocar que se atasque la puerta para acceder a los componentes internos, luego de revisar todo esto y revisar que estén en orden los conductores sin fallas, o si se presenta alguna se realiza el cambio si es de urgencia, si no se anota para el siguiente mantenimiento en tres meses que se realizara. En cuanto haya concluido todo este proceso de limpieza y análisis, se procede abrir la caja del panel y revisar el interior para mantener todo en orden, se comienza normalmente a limpiar cada componente para que no entre suciedad, se toma nota de su estado actual, si presenta algún daño se reemplaza el componente y se anota cuando se reemplazó para verificar su tiempo de vida útil y saber en qué tiempo se vuelve a realizar el cambio, después de revisar cada elemento con el que consta el panel y limpiar, se hace lo mismo con los conductores de revisar y verificar su correcto funcionamiento, si no antes limpiarlos y verificar que todos los tornillos de los disyuntores, contactores y demás elementos están bien ajustados para que no se oxiden o les ocurra algún daño. Una vez que todo se ha realizado con su debida cautela y bien hecho, se procede a indicar que envíen energía de regreso a las instalaciones, cuando regrese la energía se realiza el análisis de temperatura, así como semanalmente se realizara de los elementos que está sobrecalentando más de lo normal para su cambio posterior, en el siguiente mantenimiento.

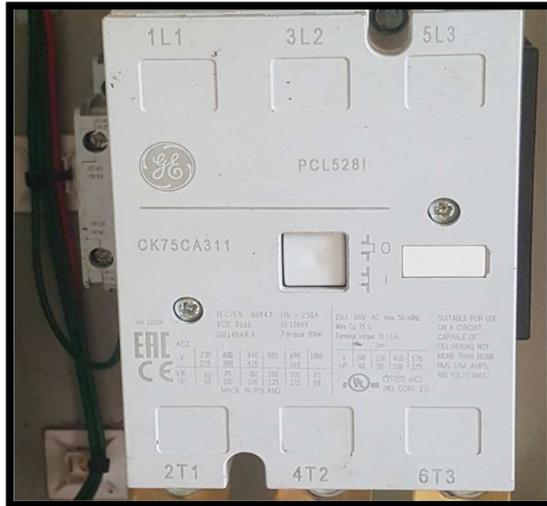
#### 4.1.6 Panel de Control 6 - bomba 6

Este panel de control es de la primera bomba que hubo en la empresa o mejor dicho la bomba seis, el primer equipo que llevaba agua, se lo cambio y es el que vamos a describir ahora, la bomba de este panel es más grande que las otras y muy antigua, siempre tiene problemas estas bombas, este panel es un poco distinto al resto, tiene otros componentes en su interior. Tiene un disyuntor principal de 250 A de la marca Schneider modelo CVS250F (figura 4.13), tiene un contactor General Electric del modelo CK75CA311 (figura 4.14), un controlador de transformadores de la marca General Electric del modelo GT1176 (figura 4.15), un disyuntor de la marca General Electric modelo DG62 (figura 4.16), un timer de función general de la marca STRONGER (figura 4.17), un contactor de la marca Schneider del modelo LC1D9511 (figura 4.18), y un relé de sobrecarga LR9F5369 (figura 4.19).



**Figura 4. 13: Disyuntor de 250 A**  
**Fuente: EMRAPAH**

Como ya todos tienen conocimiento sobre disyuntores que son dispositivos de protección que abre el circuito eléctrico cuando por el mismo pasa una elevada corriente que sobrepasa la programación del mismo, de esta manera este dispositivo protege del fallo de los equipos



**Figura 4. 14: Contactor CK75CA11**  
**Fuente: EMRAPAH**

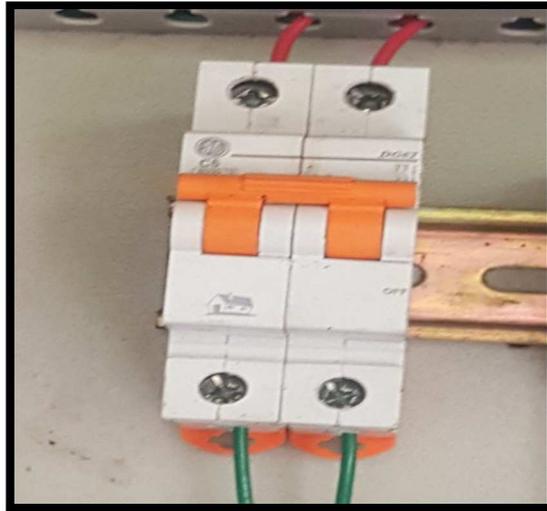
Un contactor es un dispositivo por el cual pasa una corriente determinada, cuando llega esta corriente del valor programado para el contactor, este cierra el circuito eléctrico, este contactor permite el paso de corriente para el funcionamiento de la bomba 1 de la etapa de captación.



**Figura 4. 15: Controlador de Transformador**  
**Fuente: EMRAPAH**

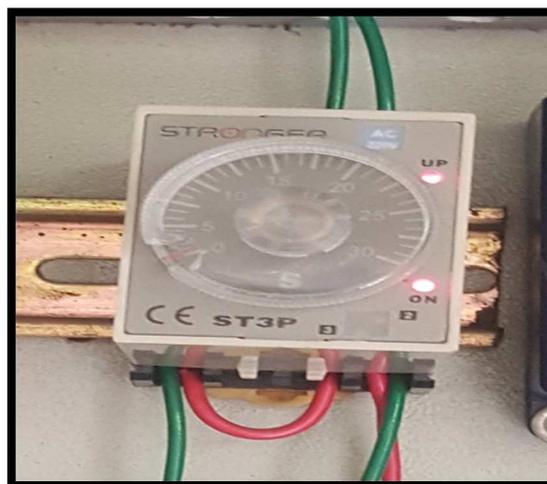
Son dispositivos que permiten controlar el voltaje de salida de los transformadores, en este caso ayudan a controlar en el panel que voltaje se necesita que salga del transformador, permitiendo en este panel, el funcionamiento correcto de las bombas

y de los demás equipos que controle este panel, maximizando el hecho de eficiencia en la parte de control de la empresa,



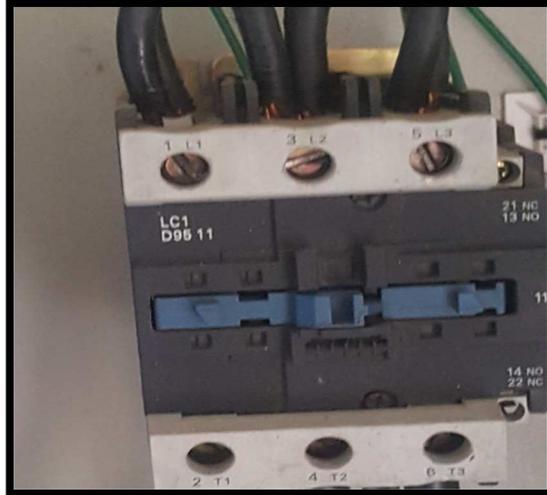
**Figura 4. 16: Disyuntor**  
Fuente: EMRAPAH

Como cualquier disyuntor este es utilizado para protección de un equipo dentro de este panel, sirve para proteger los demás componentes internos para que no sufran una sobrecarga y no hayan cortos en los conductores, el disyuntor es General Electric que es una de las mejores marcas que se encuentra en el mercado con amplia trayectoria de buenos resultados en sus equipos.



**Figura 4. 17: Timer STRONGER**  
Fuente: EMRAPAH

Al igual que en los anteriores paneles y los que existen en la empresa, se tiene uno o varios timer dependiendo de la necesidad y como se los utilice en que equipos, en este panel permite el funcionamiento correcto del encendido de los equipos



**Figura 4. 18: Contactor LC1D9511**  
**Fuente: EMRAPAH**

Como todo contactor permite el paso de energía para el momento de su activación, conjunto con los otros elementos permite que se cierre el circuito eléctrico para poder mandar a funcionar los equipos de captación que son las bombas.



**Figura 4. 19: Relé Sobrecarga**  
**Fuente: EMRAPAH**

Cuando se produce una falla en los circuitos que este dispositivo protege, al momento de la sobrecarga se dilatan las placas por calor y esto permite que el circuito se abra y se desconecte protegiendo el resto de componentes del panel para que no sufra ningún daño

#### **4.1.6.1 Mantenimiento de Panel de Control 6**

- Desenergizar el panel para poder tener un mantenimiento seguro
- Se comprueba la seguridad del personal
- Se realiza el cambio del disyuntor principal y del timer
- Se comprueba terminales y conductores internos del sistema
- Se toma datos de cómo se encuentra internamente el panel
- Se realiza la limpieza interna

Ya hasta ahora ya se sabe que los pasos a seguir en el mantenimiento de cada panel es igual, empezando en estimar la fecha que se realizara para poder informar a la empresa eléctrica que deje sin energía las instalaciones y operarios continúen con su trabajo, después de tomar todas las medidas de seguridad.

Lo que se debe hacer es inspeccionar el panel por la parte de afuera, esto se lo realiza en cada uno de los paneles, siempre se debe de asegurar que todo en ellos está bien empezando desde los conductores de energía exteriores, igual que su limpieza, conjunto a la caja del panel.

Todo esto se realiza primero para luego continuar con el interior de la caja y seguir con el mantenimiento, igual que se realizó en la parte externa de la caja, se realiza en la parte interior, con los conductores que se los revisa minuciosamente para encontrar fallas y asegurar que no estén en mal estado y si están, cambiar estos, una vez que se concluye con los conductores,

Se empieza a verificar el resto de componentes para ver si funcionan correctamente y si necesitan algún cambio, se los limpia de la impureza que puede causar problemas con el tiempo, como oxidación si se une con un tornillo flojo en los terminales del disyuntor o del contactor.

Luego de revisar cada componente apretar los tornillos, revisar que no tiene averías y limpiar las impurezas, se manda a activar la energía para seguidamente

comprobar con la cámara de temperatura que elementos están sobrecalentando más de lo normal, tomar nota y cambiarlos al siguiente mantenimiento.

#### **4.1.7 Panel de Control 7 – bomba de transmisión de agua**

Este es el primer panel de control de la planta de tratamiento de agua, este panel es igual de sencillo y tiene los mismos componentes de los anteriores, la diferencia es que controla bombas que tienen otra función y cada panel controla dos bombas de la misma función, por este motivo tiene de los mismos componentes pero más para poder lograr el control indicado.

Los componentes que integran este panel son dos disyuntor marca Mitsubishi de capacidad de 50 A y modelo NV125 – SW que son los que controlan las bombas de transmisión, consta de dos contactores Mitsubishi de 50 A del modelo S-N25 conjuntamente con dos contactores de 20 A de la marca Mitsubishi del modelo S-N11, y con esto también va un relé de sobrecarga de la marca Mitsubishi del modelo TH-N20TA soporta una corriente de 20 A y una temperatura de -25 °C hasta 55 °C.

Cuenta con transformadores de corriente de la marca Mitsubishi del modelo CW – 5LP, dos contactores mas de la marca Mitsubishi de 30 A y un modelo S-N20, al igual que trabajan en conjunto con un contactor Mitsubishi de 20 A y un modelo S-N10, cuenta con diez y seis relay de función general de la marca OMRON y modelo MY y con cuatro timer de función general de la marca OMRON modelo H3CR. Y sus respectivas botoneras.

##### **4.1.7.1 Mantenimiento de Panel de Control 7**

- Dejar sin energía el equipo a trabajar
- Asegurar la protección del personal
- Limpieza externa del equipo
- Verificación de daños externos
- Revisión interna y limpieza general del panel
- Limpieza y comprobación de daños del conductor
- Toma de lecturas de temperatura

Los paneles que controlan a estos equipos que realizan el tratamiento de agua reciben mucha energía y necesitan un cuidado exhaustivo, estos paneles controlan dos bombas pero su sistema de mantenimiento es igual que cualquier otro panel que lo primero que se realiza es la programación de cuando se realizara para poder anticipar la desconexión de la electricidad y poder decir a la empresa eléctrica que lo realice, luego de que todo está desenergizado y con la protección adecuada para realizar la inspección del panel.

Se comienza realizando la inspección general de la caja del panel por el exterior para saber que la caja no está dañada en el exterior, se la limpia del polvo y la suciedad que pueda encontrarse en ella como así también de los conductores que de ella recibe la energía con la cual suministra la parte interna. Con todo esto ya realizado en la parte exterior.

Se comienza con la parte interna de la caja revisando y limpiando cada uno de los elementos de cada una de las bombas, se limpia de polvo o cualquier suciedad que puedan tener los disyuntores, los contactores y los transformadores con cuidado de no dañar las partes.

Se analiza el estado de los componentes para saber y tomar nota si alguno está afectado, luego se revisa los conductores para saber sus condiciones y si necesitan un cambio, se los limpia de todo, se retira cualquier obstrucción que haya en el interior de la caja

Si no la existe se empieza a ajustar los tornillos de los componentes que se sabe aflojar para evitar oxidación. Finalmente energizan y con análisis de una cámara para tomar la temperatura, se analiza que componentes están sobrecalentando más de lo normal y saber que al siguiente mantenimiento se los debe de cambiar para así evitar daños, se toma nota semanal de la temperatura de los componentes, cuando ya todo ha finalizado, se procede a tomar apuntes y a programar el siguiente mantenimiento que será dentro de tres meses y el mantenimiento anual.

#### **4.1.8 Panel de Control 8 – bomba retro lavado**

Este panel es exactamente igual al panel que controla las bombas de transmisión, tiene los mismos componentes, la diferencia es que son otros modelos y que controlan bombas que cumplen otra función que es la de retrolavado, los

componentes que tiene este panel son dos disyuntor marca Mitsubishi con capacidad de 100 A y modelo NV125 – SW que son los que controlan las bombas de retrolavado. Consta de dos contactores Mitsubishi del modelo S-N65 conjuntamente con dos contactores de 50 A marca Mitsubishi del modelo S-N25, y con esto también va un relé de sobrecarga marca Mitsubishi del modelo TH-N20TA para una corriente de 20 A y una temperatura de -25 ° C hasta 55 ° C,

Cuenta con transformadores de corriente marca Mitsubishi del modelo CW – 5LP, dos contactores más cuya marca es Mitsubishi y un modelo S-N50, al igual que trabajan en conjunto con un contactor Mitsubishi de 50 A y un modelo S-N25. Cuenta con diez y nueve relé de función general marca OMRON y modelo MY y con cuatro timer de función general marca OMRON modelo H3CR. Y sus respectivas botoneras.

#### **4.1.8.1 Mantenimiento de Panel de Control 8**

- Dejar sin energía las instalaciones
- Limpieza externa del panel de control
- Cambio de disyuntor principal al igual que cambio del timer
- Cambio de relé de función general
- Ajuste de terminales de los componentes
- Toma de datos de componentes en general

Cuando ya se tiene vista la fecha para realizar el respectivo mantenimiento en el panel, se procede a quitar la energía en estos para seguridad de los operarios, cuando se revisa que ya no le llega energía a los equipos, se procede a continuar con el mantenimiento de la parte externa de la caja revisando que no esté dañada la puerta o alguna parte exterior del panel, como conductores, como la limpieza de todo esto y toma de apuntes para controlar todo.

Cuando ya se ha realizado el mantenimiento de la parte posterior de los paneles, se abre la caja para poder empezar con el mantenimiento interno y poder constatar que todo en la parte interna está bien, y mantenerlo de la misma manera, con una limpieza en los terminales de cada disyuntor y no solo de este, si no de cada uno de los elementos que intervienen en la composición del panel, se revisa que todo esté en orden y poder seguir con la limpieza de cada uno, como la limpieza y la

revisión de los conductores y su reemplazo en caso de ser necesario, cuando todo ya se revisó, se volvió apretar los tornillos. Revisado las botoneras y que la caja no tenga ningún desperfecto internamente, se procede a energizar en los paneles para comprobar que todo funcione correctamente, como comprobar el estado de temperatura de los elementos para verificar cuál de estos funciona erróneamente y está calentando más de lo normal para luego hacer su cambio en el siguiente mantenimiento, este análisis se lo realiza una semana antes de realizar el mantenimiento y todas las semanas posteriores al mantenimiento.

#### **4.1.9.1 Panel de Control 9 – bomba lavado superficial**

Es igual que los paneles anteriores pero la diferencia de este, son los modelos de los disyuntor, su capacidad y sus contactores, que son los que cambian en la parte interna, claro que la función de este panel es controlar las bombas de lavado superficial, estas son iguales a todas las otras que existen en captación como en la planta de tratamiento de agua.

Los componentes que intervienen en este panel son dos disyuntor marca Mitsubishi de capacidad de 60 A y del modelo NV125 – SW que son los que controlan las bombas de lavado superficial, consta de dos contactores Mitsubishi del modelo S-N50 conjuntamente con dos contactores de 30 A marca Mitsubishi del modelo S-N20. Con esto también va un relé de sobrecarga marca Mitsubishi del modelo TH-N20TA soporta una corriente de 20 A y una temperatura de -25 °C hasta 55 °C, cuenta con transformadores de corriente marca Mitsubishi del modelo CW – 5LP, dos contactores mas, marca Mitsubishi y un modelo S-N25, al igual que trabajan en conjunto con un contactor Mitsubishi de 30 A y un modelo S-N20, cuenta con diez y nueve relay de función general marca OMRON y modelo MY y con cuatro timer de función general de la marca OMRON modelo H3CR. Y sus respectivas botoneras.

#### **4.1.9.1 Mantenimiento de Panel de Control 9**

- Dejar sin energía el sistema para realizar el mantenimiento
- Revisar parte externa del panel

- Verificar estado de los conductor y limpieza de los mismos
- Revisión interna del panel y limpieza interna del mismo
- No se realiza cambio componente por motivo de no presentar fallas
- Ajuste de terminales y limpieza de todo componente

Una vez que se programó la fecha para realizar el mantenimiento, se ha notificado a las autoridades y a la entidad que suministra la energía, y ellos han procedido a desconectar la misma, se procede a realizar el mantenimiento. Una vez verificado que no hay energía y han tomado todas las medidas para que no ocurran accidentes, se empieza a limpiar la parte externa de la caja con sus conductores que llegan hasta las misma, se limpia, la suciedad que tengan todos estos, se ve si tienen algún daño y se anota que es lo que tienen y si no hay ninguna novedad en esta parte del panel, esto es realmente sencillo de realizar y no se tarda tanto en realizar. Una vez terminado todo lo de la parte exterior, se comienza a realizar la parte interna con los disyuntor que controlan cada bomba, se verifica el estado de los mismos y se realiza la limpieza de impurezas y polvo que pueden ocasionar oxidación, no solo en los disyuntores sino también en cada uno de los componentes del tablero de control, que se hace el mismo proceso de limpieza y verificación de daños.

Luego de realizar todo esto se analizan y se limpian los conductos utilizando el mismo mecanismo que se utilizó al momento de realizar la limpieza de los disyuntores y comprobación de la funcionalidad de estos después de realizar todo esto, se aprietan los tornillos de cada uno de los componentes, se devuelve la energía a los paneles para comprobar que todo funciona con normalidad.

#### **4.1.10 Panel de Control 10 – agua de presión – suministro de agua**

Este es el panel principal donde llega la energía de todos los paneles, no solo esto, sino que también controla las bombas de suministro de agua y las bombas de agua de presión, por lo que este tiene muchos más componentes que los otros, no solo eso sino también más disyuntores, este controla la llegada de energía y dos de cada tipo de las bomba que ya se nombró.

Los componentes que tiene la caja son los siguientes, un disyuntor principal que llega la energía, marca Mitsubishi de 225 A y modelo NF 250 – SW (figura 4.20), un disyuntor de 20 A de la marca Mitsubishi modelo NF 63 – SW , cuatro

disyuntores marca Mitsubishi de 15 A del modelo NV 63 – SW (figura 4.21), dos disyuntores de 5 A, cuatro fusibles, marca Mitsubishi de 0.6 Kv (figura 4.22), tiene cuarenta y cuatro relé de función general, marca OMRON y modelo MY (figura 4.23), cuatro protectores de circuito, marca Mitsubishi modelo CP30-BA (figura 4.24), y catorce interruptores de nivel flotación para los depósitos de agua (figura 4.25). La parte de control de las bombas en este panel, tiene cuatro disyuntores del mismo tipo que son para cada una de las bombas, de 15 A, marca Mitsubishi modelo NV32 – SW (figura 4.26), cada uno trabaja en conjunto con un contactor, marca Mitsubishi modelo S-N 10 de 20 A (figura 4.27), tiene tres timer de función general, marca OMRON modelo H3CR (figura 4.28),

Treinta y ocho relé de función general, marca OMRON modelo MY (figura 4.29), con sus respectivas botoneras, todo esto es un panel, un equipo que su función es controlar sus respectivas bombas para continuar con el proceso de potabilización del líquido vital, sin estos paneles.



**Figura 4. 20: Disyuntor de 225 A**  
**Fuente: EMRAPAH**

Todo disyuntor tiene un propósito de proteger a todo equipo de una sobrecarga y así evitar los daños, tienen una vida útil dependiendo de su cuidado y de que tan bien hecha este el diseño eléctrico, en ciertos paneles de la empresa se puede

sugerir un cambio de breaker, el breaker de esta imagen es el principal del panel que es el que controla la llegada de energía.



**Figura 4. 21: Disyuntor de 15 A**  
Fuente: EMRAPAH

Todos estos disyuntores tienen un propósito al mantener protegido los sistemas que controlan por ejemplos las iluminarias del cuarto en el que se encuentran, la bomba que controla el panel, controlar energía de otras aéreas de la planta y ciertos espacios que existen en la planta.



**Figura 4. 22: Fusible de 0.6 Kv**  
Fuente: EMRAPAH

Los fusibles protegen de un cortocircuito en los conductores d cualquier diseño eléctrico industrial, se utilizan de gran capacidad por corrientes y voltajes que en las empresas utilizan, estos fusibles protegen el cableado del panel, se han puesto a prueba y tienen un buen estado, no se debe de confiar en que ya se hizo una revisión y no se deben hacer más, una vez al mes por lo menos se deben comprobar si todos los componentes funcionan normalmente.



**Figura 4. 23: Relé de Función General**  
Fuente: EMRAPAH

Como todo relé y relé de función general sirven para mandar pulsos eléctricos, ayudar a regular los tiempos y pasó de información, por motivo que son elementos de automatización industrial ayudando en los procesos necesarios en las empresas.



**Figura 4. 24: Protector de Circuito**  
Fuente: EMRAPAH

Se le llama protector de circuito por el motivo que regula el nivel del agua de los depósitos, y de toda etapa que pasa el líquido, evitando así que ocurra algún desperfecto y sobre trabajo de los equipos que tiene la empresa, son los encargados de proteger las bombas para que no trabajen sin agua y ayuda a evitar las fugas del líquido en todo el sistema de purificación del agua

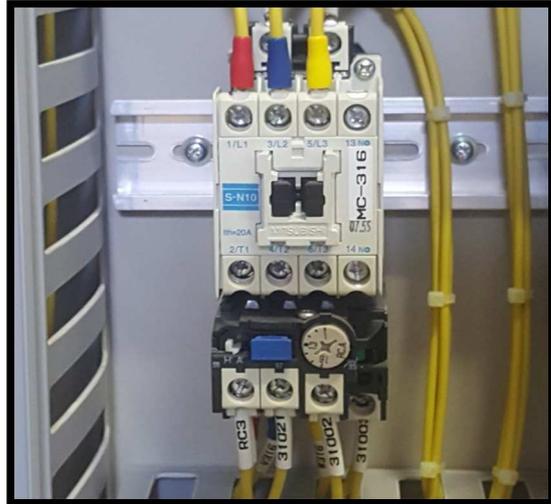


**Figura 4. 25: Interruptor de Nivel Flotación**  
Fuente: EMRAPAH



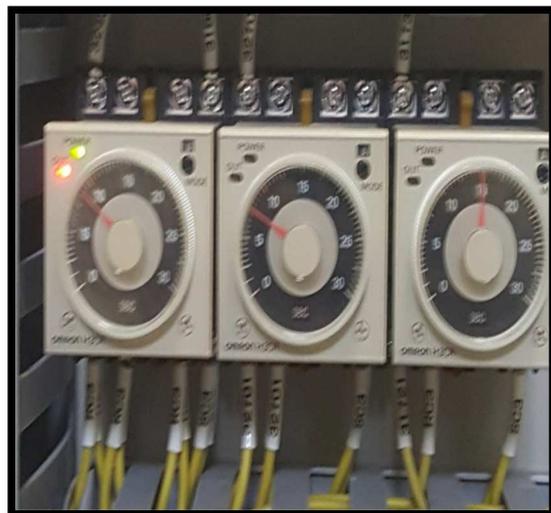
**Figura 4. 26: Disyuntor de 15 A**  
Fuente: EMRAPAH

Los elementos de protección son fundamentales en todo proceso industrial en respecto a tener un buen funcionamiento de equipos y no les ocurra alguna falla, estos disyuntores protegen varias partes de la empresa como las bombas de agua de presión, y otras partes de la empresa



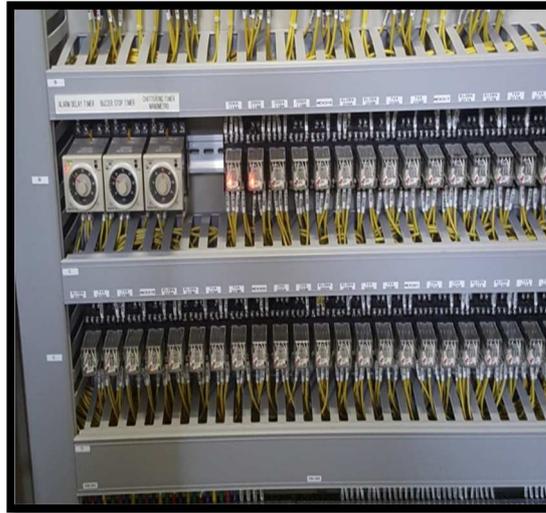
**Figura 4. 27: Contactor S-N 10**  
**Fuente: EMRAPAH**

Los contactores abren y cierran el circuito para poder energizar las bombas, estos contactores son partes del equipo de control de las bombas, que permite un correcto funcionamiento, son los encargados en este tablero de cerrar el circuito para que entren a funcionar las bombas, en los tableros existen cada bomba con diferente función y estos dispositivos son los encargados de controlar cuando entran en funcionamiento para que empiecen con sus labores, ayudan arrancar los diversos procesos que interinven los equipos de presión de agua, y suministro de agua.



**Figura 4. 28: Timer H3CR**  
**Fuente: EMRAPAH**

En todo panel existen los relojes controladores de las funciones de encendido de los equipos, para que tengan un tiempo de respuesta de encendido y apagado de los equipos cuando se establezca la hora de apagado, en todo panel se encuentra estos componentes, en toda industria se necesita estos timer.



**Figura 4. 29: Relé de Función General**  
Fuente: EMRAPAH

Existen varios relés de función general en los tableros que son los que se encargan de enviar la información para el control de los sistemas que tiene como bombas, iluminación de las otras áreas de la planta, dirigir las protecciones del sistema.

#### **4.1.10.1 Mantenimiento de Panel de Control 10**

- Quitar energía del equipo
- Seguridad del personal
- Limpieza y verificación externa del panel
- Limpieza y comprobación de daños del conductor
- Limpieza interna del panel
- Cambio de disyuntor principal, relé de función general y timer
- Cambio de contactor Sn 10 bomba de presión 1
- Limpieza resto de componentes
- Ajuste de terminales de elementos

Se comienza a desconectar la energía, al igual que todos los paneles anteriores que se necesita trabajar sin energía para asegurar la protección del personal para esto se comunica a la empresa encargada de dejar sin energía todo el

sector para lograr hacer todos los trabajos, con previo aviso se comunica a la empresa que se realizara el mantenimiento en los paneles. Cuando se tiene todas las medidas de seguridad para que los operarios no tengan accidentes, se hace la revisión de los datos de temperatura previamente tomados para saber el estado de los componentes, luego de realizar todo esto se empieza a revisar la parte externa de la caja para comprobar que no hay ningún daño, y se comienza por su limpieza y verificación de conductores que llegan hasta ella, una vez que se deja limpia la caja, al igual se hace la respetiva limpieza de los conductores, se procede a la siguiente parte. Cuando todo esto se ha concluido, se realiza la limpieza de toda la caja por dentro, se comienza a realizar la parte interna con los disyuntores que controlan cada bomba, se verifica el estado de los mismos y se realiza la limpieza de impurezas y polvo que pueden ocasionar oxidación, no solo en las protecciones sino también en cada uno de los componentes del tablero de control, se lo revisa a cada uno para saber su estado, y si necesitan cambio, con previa revisión de los datos de sus temperaturas que trabajan con normalidad, cuando ya se tiene la limpieza y verificación y cambio de los mismos, se pasa a revisar los conductores para saber el estado en que se encuentran.

#### **4.1.11 Bomba 1 – 2 - 3 de captación**

Estas bombas al igual que las bombas 2 y 3, estas bombas son controladas por los paneles uno, dos y tres (Figura 4.31) de captación son el mismo modelo que existen a diferencia de que estas son nuevas y recién las han colocado hace diez años con especificaciones que son una marca Toshiba trifásicas de inducción de 45 kw con un voltaje de 460 V una frecuencia de 60 Hz y un amperaje de 73.5 A del tipo TIKK, los datos se encuentran en la figura (Figura 4.36) todas estas bombas son de función general por el motivo que se utilizan no solo en la planta de captación sino también en la planta de tratamiento de agua , van sujetas a una turbina que recibe agua 7.8 metros cúbicos por minuto de igual manera de 460 V y 60 Hz , de un modelo SJ4. (Figura 4.32)



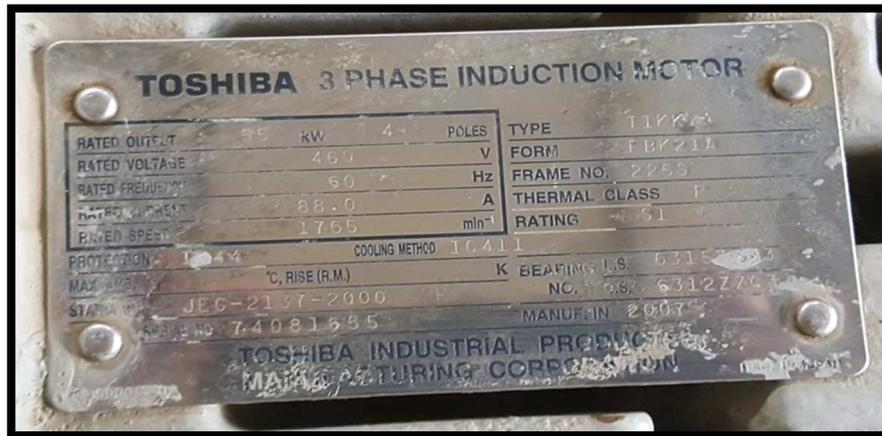
**Figura 4. 30: Placa de Turbina de Bombas 1 – 2 - 3**  
Fuente: EMRAPAH

La imagen muestra la placa de la turbina de la bomba, la cual muestra los datos con los que trabaja, tomando el agua desde el desarenador, muestra que tiene una capacidad de quince metros cúbicos por minuto que es la cantidad de agua que puede procesar y utiliza un voltaje de 460 v y tiene una potencia de 45 Kw



**Figura 4. 31: Bombas 1 – 2 – 3**  
Fuente: EMRAPAH

Se aprecia uno de los tres últimos equipos con los que cuenta el área de captación, se muestra la imagen de uno por motivo que las características y cambios que se realizó a este, fueron exactamente para las otras dos bombas.



**Figura 4. 32: Placa de Bombas 1 – 2 - 3**  
Fuente: EMRAPAH

Se logra apreciar la placa de la bomba, sus características iguales a las otras que se tienen en la empresa.

#### 4.1.11.1 Mantenimiento de la Bomba 1 – 2 – 3 de captación

- Dejar de funcionar los equipos
- Apertura de bombas
- Limpieza de bobinas internas
- Limpieza interna en general
- Cambio de rulimanes
- Cambio de aceite de los equipos
- Cambio de empaque
- Limpieza externa de las bombas

Dichas bombas al tener diez años de uso continuo nunca han recibido un mantenimiento, de ninguna índole tanto preventivo y correctivo, al igual que las otras bombas para empezar el mantenimiento se programa el mismo y a su vez se informa a la ciudadanía los días que se va a realizar dicho proceso para que no exista disconformidad en aquello, por lo tanto se turnan un día deja de funcionar una bomba y al otro la siguiente.

Se procede a paralizar el funcionamiento de cada una de las bombas para intervenir en ella, empezando con el motor y haciendo la respectiva limpieza del bobinado, cambio de aceite que realiza cada tres meses para evitar daños en la estructura del mismo, así como comprobación de los rulimanes para verificar el tiempo de utilidad ya que llevan años sin mantenimiento, en el caso de presentar daños realizar cambio inmediato para evitar daños en el eje, si se realizan cambios en

los rulimanes tomar nota de aquello para volver a cambiar los mismos después de dos mantenimientos trimestrales.

Luego de que ya se realizó el mantenimiento en el motor se procede a realizar el mantenimiento en la turbina que requiere el cambio de aceite de la misma, limpieza de las partes de esta, así como análisis y comprobación de los rulimanes ya que no se los ha cambiado diez años, en el caso del cambio de los rulimanes se procede actuar de la misma manera que en la parte del motor.

Si existe un daño severo en los rulimanes y hay cambio inminente en los mismos, con injerencia en el eje se rellena el eje tomando apuntes del mismo para que el en siguiente mantenimiento comprobar el daño y hacer el cambio de los rulimanes cada dos mantenimientos trimestrales para que no sufra nuevamente algún desperfecto en el eje, luego revisar todo este mantenimiento en cada una de las bombas para en días programados volverlo a instalar.

#### **4.1.12 Bomba de Captación 4-5**

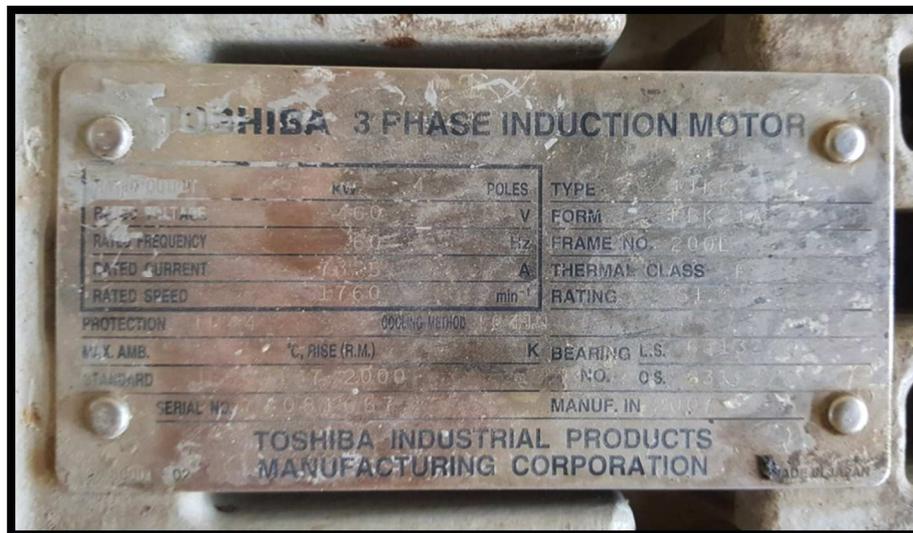
Esta es la segunda y tercera bomba (Figura 4.33) que tiene esta planta, estas son controladas por los paneles cuatro y cinco o como esta puesta en su nombre, bombas existentes uno y dos al igual que la primera bomba y la tercera, son de las primeras bombas que se instalaron y ya tienen varios años por motivo que necesitan un mayor cuidado. Es una bomba de la marca Toshiba trifásica y de inducción, jaula de ardilla, tiene una potencia de 55 Kw con un voltaje de 460 v y una frecuencia de 60 Hz cuyo amperaje es de 88 A y es del tipo TIKK, datos (Figura 4.34) que son de las bombas usadas para este tipo de trabajo al igual que para otros trabajos relacionados con agua, desde esta bomba que está en la planta de captación y es la segunda instalada aquí.

Se presentan del mismo tipo la mayoría de bombas, es decir que son las mismas bombas en la parte de captación y la mitad de las bombas en la planta de tratamiento son de este tipo, las de la planta de tratamiento son las mismas ya que pueden cumplir varios tipos de funciones que se utilizan en el sistema de procesamiento de agua potable, el mantenimiento que se le realiza a estas bombas es igual para cada una y se lo realiza trimestralmente



**Figura 4. 33: Bombas 4 y 5**  
Fuente: EMRAPAH

Se muestra la imagen de la bomba 3 de captación, la cual ya es de las mismas características que la bomba dos y el resto de equipos que se tienen en esta área, al igual que cumplen la misma función que la anteriores que es de llevar el agua cruda para la tubería de traslado, hasta la planta nueva de tratado de agua potable, todos los equipos son de las mismas características por motivo que la empresa tiene necesidades conjuntas que estas bombas son necesarias



**Figura 4. 34: Placa de Bombas 4 y 5**  
Fuente: EMRAPAH

La imagen muestra la fotografía de la placa de la bomba que demuestra que es un motor trifásico de inducción con sus respectivas funciones que se encuentran de acuerdo a las necesidades de captación de agua que necesita la empresa, es de 460 V con 1760 rpm y de 73 A.

#### **4.1.12.1 Mantenimiento de Bomba de Captación 4 – 5**

- Dejar fuera de línea al equipo
- Apertura del motor
- Limpieza interna y externa
- Limpieza del bobinado, verificación del eje
- Apertura de la turbina
- Cambio de rulimanes
- Cambio de aceite
- Limpieza interna y externa

Cada tres meses se detienen los trabajos de cada bomba, una bomba por día ya programado el trabajo que se realizara para poder realizar rápido el trabajo, y cada dos mantenimientos trimestrales se realiza un cambio de rulimanes en cada bomba por lo que la vida útil de estos es de seis meses, al contrario del cambio de aceite y limpieza interna que se le realiza a cada motor y turbina de la bomba.

Se detiene el trabajo de la bomba para poder realizar cualquier trabajo y se revisa minuciosamente cada una de sus partes y componentes para tomar detalles de su estado, el mantenimiento también interviene la limpieza del bobinado del motor, a estas bomba ya se les realizo un cambio de rulimanes hace tres meses, motivo por el cual en el siguiente mantenimiento que esta tendrá en tres meses, se les realizara el cambio de estos mismos, se le realizo un relleno del eje que tuvo lugar por el tardío cambio de rulimanes, se realizara no solo el cambio de aceite y grasa, sino una limpieza del bobinado, revisión del aceite para poder proceder su cambio y revisión, análisis y toma de apuntes acerca de las partes de la bomba.

#### **4.1.13 Bomba de Captación 6**

La bomba uno (figura 4.36) es la primera que tuvo el área de captación, aún sigue en funcionamiento a pesar de tener muchos años, está al igual que el resto no se les da un mantenimiento, se les da un mantenimiento correctivo cuando ocurre una falla en el equipo, el equipo es manejado por el panel de control número seis, tiene un motor marca Tecu del tipo AESV2W002 de frecuencia de 60 Hz, un voltaje de 460 v, una potencia de 100 Hp y de 224 A, es un motor trifásico de inducción, jaula de ardilla con una eficiencia del 94.5 % (figura 4.35)



**Figura 4. 35: Placa de Bomba**  
Fuente: EMRAPAH

En la imagen se puede apreciar la placa que tiene la bomba, la cual radica en la parte superior de la misma, la placa detalla los datos técnicos del equipo que son de utilidad al momento de hacer las conexiones eléctricas y protecciones, se muestra el peso de la máquina, el voltaje, el tipo o modelo del mismo, al igual que los hertz, su amperaje y su eficiencia la cual es del 94.5%



**Figura 4. 36: Sexta Bomba de Captación**  
Fuente: EMRAPAH

En la imagen se puede apreciar el primer equipo de la etapa de captación que es la bomba 1 cuya función que al igual de resto de máquinas es transportar el agua cruda recogida desde el desarenador que por el cual ingresa el agua del ríos Arenillas, todas las bombas que existen en captación recogen el agua cruda desde el mismo lugar y la transportan por medio de una tubería a la planta de tratamiento de

agua, todas las bombas son del mismo modelo con excepción de la que tenemos en la figura.

#### **4.1.13.1 Mantenimiento de Bomba de captación 6**

- Se deja sin energía al equipo
- Apertura de la parte del motor
- Limpieza de la bobina del motor
- Rellenado del eje
- Limpieza interna
- Apertura de la turbina
- Cambio de empaque
- Cambio de rulimanes
- Limpieza de la turbina
- Cierre del equipo
- Limpieza externa

Se comienza parando el trabajo de la bomba para poder trabajar en ella, se desconecta el motor de la turbina, el mantenimiento interno que ha tenido recién el motor es la limpieza del rebobinado y un cambio de rulimanes que duran seis meses, se desarma el motor y se hace la misma limpieza cada tres meses. Se verifica si puede existir un cambio interno que pueda causar un daño en algunos meses, se toma nota y se hace el cambio el siguiente mantenimiento que es en tres meses y en la bodega se deja una pieza extra de este después del cambio para el mantenimiento siguiente en caso de necesitarse. Se hace el cambio de aceite cada tres meses para que puedan trabajar bien las bombas, ya que el aceite es para protección del desgaste que este equipo puede sufrir, no solo para desgaste es bueno si no que protege de la corrosión y es resistente contra las pérdidas de grasa que se tiene por el lavado de agua. Ya realizado el mantenimiento de la parte del motor, se interviene la parte de la turbina para poder realizar su respectivo mantenimiento, la turbina recién se le acaba de realizar el mantenimiento correctivo de los rulimanes, ya que estaban totalmente dañados, luego de seis meses se vuelve hacer el cambio de estos en conjunto a los del motor, así como en tres meses se le necesita hacer un cambio de aceite que ayuda a prevenir los desgastes, se hace una limpieza interna, se verifica que no tenga daños internos o algún desgaste que pueda proporcionar una falla en el futuro, una vez realizado todo esto. Se vuelve armar todo y a unir las piezas este mantenimiento toma un día por bomba, se recomienda programar una bomba por semana cada tres

meses para realizar el mantenimiento de limpieza comprobación de componentes, cambio de aceite y cada seis meses, quiere decir cada dos mantenimientos de tres meses, un cambio de los mismos.

#### **4.1.14 Bomba de Transmisión – Retro Lavado - Lavado Superficial**

Se realiza un análisis de estas tres bombas ya que su modelo es igual con la diferencia de que la bomba de transmisión tiene características como son su amperaje de 18.5, su potencia es de 11 KW y al igual que el resto de bombas su voltaje es de 460 V, la bomba de retro lavado tiene una potencia de 30 KW, 48.35 A y un voltaje de 460 V y la bomba de lavado superficial tiene 18.5 KW, 30.5 A y un voltaje de 460 V (Figura 4.37 y 4.38) de la planta de captación por lo que se las puede utilizar en diferentes propósitos, teniendo en si un motor de voltaje de 460v, 55kw y 60hz de marca Toshiba trifásica de inducción, jaula de ardilla del tipo TIKK, datos (Figura 4.36) por el mismo se procede a realizar exactamente el mismo mantenimiento de las anteriores. Las bombas de retro lavado son las encargadas de limpiar el fondo de los filtros rápidos, las de lavado superficial son las encargadas de limpiar el lodo de la parte superior de los filtros, asegurando una limpieza total de estos elementos, son de vital importancia para poder lograr un respectivo proceso con medidas sanitarias establecidas por las autoridades. La bomba de transmisión es la encargada de llevar el agua de los depósitos hasta la tubería de distribución, esta tubería se divide en dos partes en la que una se dirige a la ciudad de Arenillas y la otra a la ciudad de Huaquillas,



**Figura 4. 37: Bomba de Transmisión - retro lavado - lavado superficial**  
Fuente: EMRAPAH

En la figura se nota el sellado que tiene la bomba, su unión con la tubería en la que se expulsa el agua que es dirigida a las diferentes fases del proceso del líquido vital, tiene dos lados, uno por el que entra el agua que se necesita para el proceso de purificación y el otro la salida del líquido que va direccionado a las etapas.



**Figura 4. 38: Bomba de Transmisión - retro lavado - lavado superficial**  
Fuente: EMRAPAH

Se logra apreciar la bomba de retro lavado en sí, tiene las mismas características que las bombas de transmisión y lavado superficial, la única diferencia son sus funciones ya que las bombas de retro lavado son las encargadas de lavar el fondo de los filtros rápidos, donde se acumula una alta cantidad de lodo que se extra del agua cruda.

#### **4.1.14.1 Mantenimiento de Bomba de Transmisión- Retro Lavado - Superficial.**

- Parar el trabajo de los equipos
- Apertura de los equipos de bombeo
- Limpieza interna
- Cambio de aceite
- Cambio de rulimanes
- Cambio de empaque
- Limpieza externa del equipo
- Cerrar equipos

En el caso de las bombas de la planta de tratamiento de agua, existen dos bombas del mismo tipo es decir dos de transmisión y dos de retro lavado y dos de lavado superficial las cuales se alternan para trabajar pasando un día, las primeras bombas trabajan 24 horas y se alternan para las segundas del mismo tipo por lo cual se programa el mantenimiento trimestral dejando a la bomba que no trabaja ese día para realizar el mantenimiento.

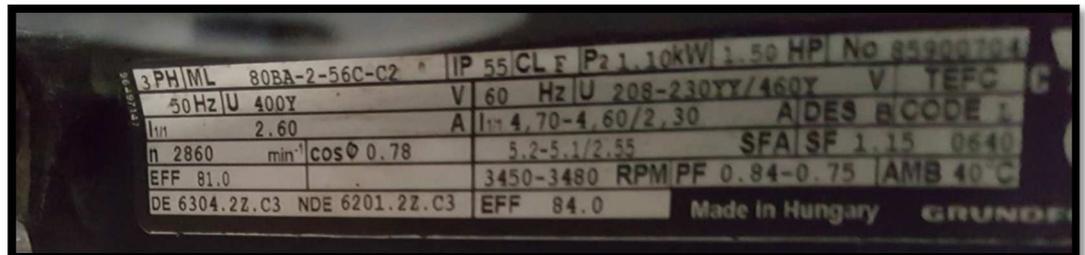
Se paraliza el funcionamiento una por una de las bombas para intervenir en aquella que se va a realizar el mantenimiento, empezando con el motor y haciendo la respectiva limpieza del bobinado, el cambio de aceite que realiza cada tres meses para evitar daños en la estructura del mismo, así como la comprobación de los rulimanes para verificar el tiempo de utilidad, en el caso de presentar daños se debe realizar un cambio inmediato para evitar daños en el eje, si se realizan cambios en los rulimanes tomar nota de aquello para volver a cambiar los mismos después de dos mantenimientos trimestrales. Luego de que ya se realizó el mantenimiento en el motor se procede a realizar en la turbina por lo cual se requiere el cambio de aceite de la misma y su limpieza, así como análisis y comprobación de los rulimanes ya que no se los ha cambiado diez años, en el caso del cambio de los rulimanes se procede actuar de la misma manera que en la parte del motor.

Si existe un daño severo en los rulimanes y hay cambio inminente en los mismos, con injerencia en el eje se rellena el eje tomando apuntes del mismo para que el en siguiente mantenimiento comprobar el daño y hacer el cambio de los rulimanes cada dos mantenimientos trimestrales para que no sufra nuevamente algún desperfecto en el eje, luego revisar todo este mantenimiento en cada una de las bombas para en días programados volverlo a instalar.

#### **4.1.15 Bomba de Agua de Presión – Suministro de Agua.**

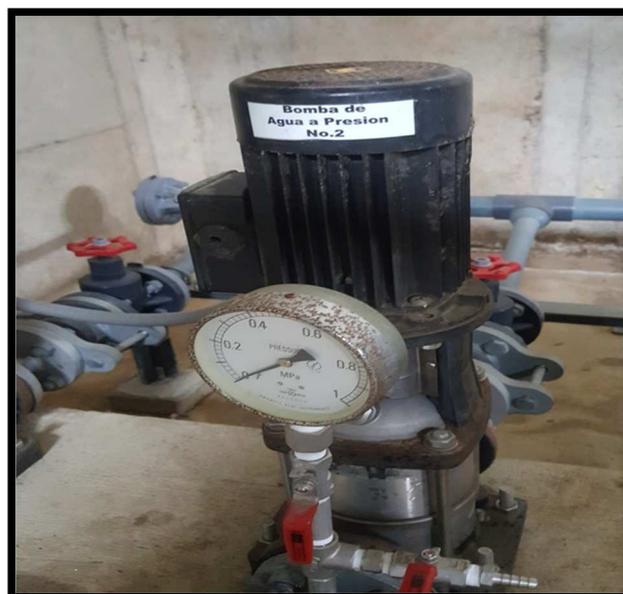
Estas bombas (Figura 4.40) fueron colocadas al igual que las anteriores hace 10 años con la diferencia que son otro tipo de bombas al igual que su función, son de la marca GRUNDFOS, el motor es 1.50 hp de 60 hz y un amperaje de 2.60 A, turbina 1.1 kw y 60 hz, datos (Figura 4.39). La función de las bombas de suministro de agua es la de llevar el agua de los depósitos de agua potable, hasta las partes administrativas donde se necesita agua potable para el personal, de igual forma las

bombas de agua de presión o mejor llamadas bombas de cloración, son encargadas de llevar el agua hasta la caseta de cloración y luego pasar a las distintas fases que necesita ponerse el cloro para llegar a potabilizar el agua.



**Figura 4. 39 : Bomba de Agua de Presión – Suministro de Agua**  
Fuente: EMRAPAH

Se identifica los datos de placa que tienen las bombas de agua de presión y suministro de agua, con la imagen se da a notar que todas las bombas son de la misma marca, y tanto estos dos tipos de bombas que cumplen funciones diferentes, son exactamente iguales en sus especificaciones técnicas y necesidades que tiene la empresa por el motivo de elegir estos equipos,



**Figura 4. 40: Bomba de Agua de Presión – Suministro de Agua**  
Fuente: EMRAPAH

Se puede distinguir en la imagen el equipo de agua de presión, se presenta la imagen de este quipo y no el de suministro de agua ya que los dos son de las mismas características técnicas y físicas, sirven para dos propósitos diferentes pero sus datos

son iguales, también se puede apreciar las válvulas en la parte trasera por razones de regulación o por motivo de cierre que se necesiten, se encuentran en esta parte.

la función primordial de cada una es la de transportar agua que se encuentra en los depósitos, en el caso de la bomba de suministro es aquella que receipta agua potable de los depósitos para poder conducirla hasta los tanques elevados de los edificios del área administrativa para que puedan cubrir necesidades básicas que tienen estos como lo es en los baños, en el laboratorio donde se realizan las pruebas pertinentes para saber si el agua que se está entregando a las ciudades cumple con las normas que se les exige. Por otro lado, la función de las bombas de agua de presión es muy distinta a las de suministro, estas bombas conducen el agua ya purificada que se encuentra en los reservorios hacia el cuarto de cloración donde pasan por una dosificación de cloro en el agua para luego pasar a los distintos procesos en el que debe ser agregado el cloro para que se pueda potabilizar el agua y quede apta para el consumo humano.

#### **4.1.15.1 Mantenimiento de Bomba de Agua de Presión – Suministro de Agua.**

- Paro programado de funciones de las bombas
- Apertura de todos los equipos
- Limpieza general interna y externa
- Cambio de cheques

Existen tres bombas de cada tipo las cuales se alternan para trabajar una cada día, por lo cual se programa el mantenimiento cuando dos de estas están sin funcionamiento se procede a realizar el análisis de cada una respectivamente. Estas bombas se dividen en dos partes que es la parte mecánica, en esta parte se realiza la apertura y se comienza hacer una limpieza en todo esto y revisar la bomba como así el cambio de cheque de estos, al igual que la parte del motor se procede a realizar la limpieza de los rodamientos del mismo., y su parte interna comprobando que todo esté en perfecto estado y pueda cumplir sus funciones de la mejor manera. Ninguna de estas bombas ha recibido su debido mantenimiento y jamás han tenido una falla por motivo que se debe abrir los equipos y verificar como se encuentra el sistema para poder realizar su debida inspección y mantenimiento, como también cambio de las piezas internas que presentan fallos.

## **CAPÍTULO 5**

### **MANTENIMIENTO ANUAL**

#### **5.1 Estudio del mantenimiento Anual en paneles y bombas**

##### **5.1.1 Panel de Control 1**

El primer panel que se encuentra en el cuarto es la alimentación principal y para controlar el funcionamiento de la primera bomba, está compuesto de su disyuntor principal de una capacidad de 600 A, el disyuntor es una marca Mitsubishi modelo NF 630-SW (Figura 3.1), un disyuntor para la primera bomba de captación de una capacidad de 175 A, marca es Mitsubishi modelo NV 250-SW (Figura 3.2), cuenta con tres contactores Mitsubishi modelo S-N 125 que soportan un voltaje de 240-440 V y un amperaje de 125 A (Figura 3.3), uno de los mismo contactores pero modelo S-N 25 y resiste de 50 A (Figura 3.4); un contactor Mitsubishi S-N 10 resistente hasta 20 A (Figura 3.5), no solo cuenta con esto ya que es un panel que llega energía y controla una de las bombas de captación por ende cuenta con cuatro relay, dos de sobre carga y dos de bajo voltaje marca OMRON, su modelo es el SDV -FH 61 (Figura 3.6), treinta y cinco relés de uso general de la marca OMRON cuyo modelo son los MY (Figura 3.7), cuatro timer multifunciones de la marca OMRON y modelo H3CR-A (Figura 3.8), un swich de timer marca Panasonic modelo TB 15601K (Figura 3.9) y finalmente tiene siete disyuntor de la marca Mitsubishi de 15 A modelo NF 32-SW (Figura 3.10) y botones para paro y marcha y transformadores y fusibles Mitsubishi de 0.6 Kv (Figura 3.11 y 3.12).

##### **5.1.1.1 Mantenimiento de Panel de Control 1**

Al igual que el mantenimiento trimestral que se le realiza a cada uno de los paneles en las distintas plantas, el mantenimiento anual es el cuarto mantenimiento trimestral y se realiza el mismo procedimiento que los anteriores paneles que consta de quitar la energía en dichos equipos y proceder a la limpieza exterior e interior, y cambio de algún elemento que lo amerite por la toma de lecturas de la cámara de temperatura, todo este mantenimiento que se lo realiza una vez al año es más

minucioso y profundo de los trimestral, comprobando todo que este bien ya que este panel es el que recibe la energía.

### **5.1.2 Panel de Control 2**

Cuenta con su disyuntor principal marca Mitsubishi que soporta 175 A y modelo NV 250 – SW, cuenta con tres contactores Mitsubishi que soportan 125 A y modelo S-N 125 y un contactor Mitsubishi S-N 25 que soporta 50 A, cuenta con dos timer de función general marca OMRON modelo H3CR – A, cinco relé de uso general de la marca OMRON y modelo MY, sus respectivos transformadores y transformadores de corriente marca Mitsubishi del tipo CW-5L y sus respectivas botoneras, esta son todas las especificaciones de este panel, el panel no es tan complejo, ni tiene tantos elementos ya que son paneles que controlan una sola bomba que trabaja las 24 horas al día durante todos los días, y que permite llevar todo el líquido vital a la planta de procesamiento de agua.

#### **5.1.2.1 Mantenimiento de Panel de Control 2**

Se logra realizar los mismos pasos que en los mantenimientos trimestrales, la diferencia es que en un mantenimiento anual se revisa más cuidadosamente la limpieza y estado de los componentes que intervienen en los paneles, ya que es una vez al año que se realiza esto, todo el proceso de un mantenimiento anual en los paneles ya antes hechos a nivel trimestral, es igual, diferente a los componentes que se deban de cambiar por fallas que estos tengan, se pudo comprobar que en el panel dos no se necesita cambiar dentro de un año algún elemento gracias a que su vida útil aún está vigente.

### **5.1.3 Panel de Control 3**

Su disyuntor principal Mitsubishi de 175 A modelo es NV 250 – SW, cuenta con tres contactores Mitsubishi que soportan 125 A y modelo S-N 125 y un contactor Mitsubishi S-N 25 que soporta 50 A, cuenta con dos timer de función general de la

marca OMRON modelo H3CR – A, cinco relé de uso general marca OMRON y modelo MY, sus respectivos transformadores y transformadores de corriente de la marca Mitsubishi del tipo CW-5L y sus respectivas botoneras, estos paneles deben tener un correcto mantenimiento para que no haya mal funcionamiento para un futuro y puedan utilizarse bien los recursos.

#### **5.1.3.1 Mantenimiento de Panel de Control 3**

Los mantenimientos anuales se realizan mucho cuidado que los trimestrales, en la limpieza de componente como en la verificación de sus niveles de temperaturas y cambio de componentes si es necesario para que exista un correcto funcionamiento de los mismos, se revisa incluso los tornillos si están flojos y se los vuelve apretar para que no entre la suciedad, todo esto con la finalidad de preservar en un correcto estado, todos los componentes, un diseño eléctrico de un panel o en general, su vida útil es de veinte años sin tener daño alguno, en estos paneles se ha encontrado un buen estado del noventa por ciento de sus elementos, y se ha reemplazado los que sufrían fallas, la vida útil de los mismos es extensa pero no está de más, hacer un seguimiento en general para saber la situación de cada uno

#### **5.1.4 Panel de Control 4**

El panel número cuatro consta de casi los mismos elementos que el resto de paneles, por no decir los mismos que a diferencia de los otros equipos, tienen diversas series pero la misma funcionalidad que el resto de los mismos.

Su disyuntor principal marca conocida Mitsubishi que resiste 150 A y su modelo NV 250 – SW, cuenta con un contactor Mitsubishi modelo S-N 65, con un contactor Mitsubishi modelo S-N 95 y dos contactores Mitsubishi S-N 25 que soporta 50 A, cuenta con dos timer de función general de la marca OMRON modelo H3CR – A, cinco relé de uso general de la marca OMRON y del modelo MY, sus respectivos transformadores y transformadores de corriente marca Mitsubishi del tipo CW-5L y sus respectivas botoneras.

#### **5.1.4.1 Mantenimiento de Panel de Control 4**

El mismo panel cuatro se le realizan su debido mantenimiento trimestral que es necesario para cambios de componentes, al igual que su limpieza, todo mantenimiento anual es el cuarto mantenimiento trimestral que se realiza el equipo pero esto se compone de un paro más extenso de actividades en las máquinas para poder realizar un mantenimiento de limpieza. Un mantenimiento igual al trimestral pero bien detallado, revisando parte por parte para que todo quede en perfectas condiciones, tomando dato de temperatura y datos en general de los equipos a los que se les realiza.

#### **5.1.5 Panel de Control 5**

Este panel es exactamente igual al panel cuatro ya que son para dos bombas antiguas de esta plan, también de la misma capacidad que las que se compraron hace 10 años para hacer un poco más grande la planta la única diferencia que tiene este panel, es su disyuntor principal que es de 150 A modelo es un NV 250 – SW. Cuenta con un contactor Mitsubishi modelo S-N 65, con un contactor Mitsubishi del modelo S-N 95 y dos contactores Mitsubishi S-N 25 que soporta 50 A, cuenta con dos timer de función general de la marca OMRON modelo H3CR – A, cinco relé de uso general de la marca OMRON y del modelo MY, sus respectivos transformadores y transformadores de corriente marca Mitsubishi del tipo CW-5L y sus respectivas botoneras.

##### **5.1.5.1 Mantenimiento de Panel de Control 5**

En este panel se realiza de manera igual a los anteriores paneles, el mantenimiento anual que representa un cuarto mantenimiento trimestral con el mismo proceso y toma de análisis de componentes y temperaturas que no solo cuenta con esto sino también un mantenimiento anual más extenso y con mayor cuidado en limpieza de los equipos y sus partes internas, como el cambio de componentes si estos ameritan uno por mal funcionamiento o su vida útil queda concluida.

### **5.1.6 Panel de Control 6**

Tiene un disyuntor principal de 225 A marca Schneider modelo CVS250F (figura 3.13), tiene un contactor General Electric modelo CK75CA311 (figura 3.14), un controlador de transformadores marca General Electric modelo GT1176 (figura 3.15), un disyuntor marca General Electric del modelo DG62 (figura 3.16), un timer de función general marca STRONGER (figura 3.17), un contactor marca Schneider modelo LC1D9511 (figura 3.18), y un relé de sobrecarga LR9F5369 (figura 3.19).

#### **5.1.6.1 Mantenimiento de Panel de Control 6**

Como ya se ha hablado, esta clase de mantenimiento trata de la misma forma que un mantenimiento trimestral con la única diferencia que se toma mayor precaución al momento de realizarlo, tomando en cuenta todas las partes que intervienen en un panel, respetando su limpieza, su análisis de temperatura, toma de notas de los mantenimientos anteriores y corrigiendo fallas que a estos les falten en general.

### **5.1.7 Panel de Control 7**

Los componentes que integran este panel se los ha mencionado con anterioridad, se sabe de qué se compone que son dos disyuntor marca Mitsubishi que soportan 50 A cada uno y modelo NV125 – SW que son los que controlan las bombas de transmisión, consta de dos contactores Mitsubishi de 50 A modelo S-N25 conjuntamente con dos contactores de 20 A marca Mitsubishi modelo S-N11.

Con todo esto también va un relé de sobrecarga marca Mitsubishi modelo TH-N20TA soporta una corriente de 20 A y una temperatura de -25 °C hasta 55 °C, cuenta con transformadores de corriente de la marca Mitsubishi del modelo CW – 5LP, dos contactores mas de la marca Mitsubishi de 30 A y un modelo S-N20, al igual que trabajan en conjunto con un contactor Mitsubishi de 20 A y modelo S-N10, cuenta con diez y seis relé de función general marca OMRON y modelo MY y con cuatro timer de función general marca OMRON modelo H3CR. Y sus respectivas botoneras.

### **5.1.7.1 Mantenimiento de Panel de Control 7**

Como ya se ha hablado, esta clase de mantenimiento trata de la misma forma que un mantenimiento trimestral con la única diferencia que se toma mayor precaución al momento de realizarlo, tomando en cuenta todas las partes que intervienen en un panel, respetando su limpieza, su análisis de temperatura, toma de notas de los mantenimientos anteriores y corrigiendo fallas que a estos les falten en general

### **5.1.8 Panel de Control 8**

Este panel controla las bombas que cumplen otra función que es la de retro lavado, los componentes que tiene este panel son dos disyuntor marca Mitsubishi que soportan 100 A y modelo NV125 – SW que son los que controlan las bombas de retro lavado.

Consta de dos contactores Mitsubishi del modelo S-N65 conjuntamente con dos contactores de 50 A marca Mitsubishi del modelo S-N25, y con esto también va un relé de sobrecarga marca Mitsubishi del modelo TH-N20TA soporta una corriente de 20 A y una temperatura de -25 °C hasta 55 °C, cuenta con transformadores de corriente marca Mitsubishi del modelo CW – 5LP, dos contactores mas marca Mitsubishi y modelo S-N50, al igual que trabajan en conjunto con un contactor Mitsubishi de 50 A y modelo S-N25, cuenta con diez y nueve relé de función general de la marca OMRON modelo MY y con cuatro timer de función general de la marca OMRON modelo H3CR, y sus respectivas botoneras

#### **5.1.8.1 Mantenimiento de Panel de Control 8**

Toda clase de estos mantenimientos es un poco repetitivo por el motivo que los paneles son exactamente igual con la única diferencia de la serie de los componentes que los componen, tienen los mismos componentes pero de otros modelos, todo su proceso de cuidado y trato para estos, cambios en ellos cuando fallan o cuando ya se terminó su vida útil, es igual en todo caso, en un mantenimiento anual es exactamente igual que un trimestral, se puede decir que estos

mantenimientos anuales son mantenimientos trimestrales con mayor cuidado en la limpieza de componentes y mayor cuidado de los pasos de un mantenimiento trimestral.

#### **5.1.9.1 Panel de Control 9**

Es igual que los paneles anteriores pero la diferencia de este, son los modelos de los disyuntor, su capacidad y sus contactores, que son los que cambian en la parte interna, claro que la función de este panel es controlar las bombas de lavado superficial, estas bombas son iguales a todas las bombas que existen en recaudación como en la planta de tratamiento de agua. Los componentes que intervienen en este panel son dos disyuntor marca Mitsubishi que soportan 60 A y modelo NV125 – SW que son los que controlan las bombas de retro lavado.

Consta de dos contactores Mitsubishi modelo S-N50 conjuntamente con dos contactores de 30 A marca Mitsubishi del modelo S-N20, y con esto también va un relé de sobrecarga marca Mitsubishi del modelo TH-N20TA soporta una corriente de 20 A y una temperatura de -25 °C hasta 55 °C, cuenta con transformadores de corriente marca Mitsubishi del modelo CW – 5LP, dos contactores mas marca Mitsubishi modelo S-N25, al igual que trabajan en conjunto con un contactor Mitsubishi de 30 A modelo S-N20, cuenta con diez y nueve relé de función general marca OMRON y modelo MY y con cuatro timer de función general de la marca OMRON modelo H3CR, y sus respectivas botoneras

#### **5.1.9.1 Mantenimiento de Panel de Control 9**

Resumiendo que es un mantenimiento anual, se puede decir que es un solo mantenimiento que tiene mayor intensificación y cuidado que un solo mantenimiento trimestral, y que lleva los mismos pasos que uno que se realiza cada tres meses, ayudando y determinando las falencias que tienen los componentes que intervienen en los paneles, en un mantenimiento anual se deben de revisar los datos de todos los mantenimientos anteriores para comprobar la funcionalidad de cada componente que intervienen.

### **5.1.10 Panel de Control 10**

Este es el panel principal donde llega la energía de todos los paneles, no solo esto, sino que también controla las bombas de suministro de agua y las bombas de agua de presión, por lo que este panel tiene muchos más componentes que los otros paneles, este panel controla la llegada de energía y dos de cada bomba de suministro de agua y agua de presión.

Los componentes que tiene la caja son los siguientes, un disyuntor principal que llega la energía, marca Mitsubishi de 225 A modelo NF 250 – SW (figura 3.20), disyuntor de 20 A marca Mitsubishi modelo NF 63 – SW , seis disyuntor marca Mitsubishi de 15 A del modelo NV 63 – SW (figura 3.21), cuatro fusibles marca Mitsubishi de 0.6 Kv (figura 3.22), tiene cuarenta y cuatro relé de función general marca OMRON y modelo MY (figura 3.23), cuatro protectores de circuito marca Mitsubishi modelo CP30-BA (figura 3.24), y catorce interruptores de nivel flotación (figura 3.25).

La parte de control de las bombas en este panel, tiene seis disyuntor del mismo tipo que son para cada una de las bombas, de 15 A marca Mitsubishi y modelo NV32 – SW (figura 3.26), cada uno trabaja en conjunto con un contactor marca Mitsubishi del modelo S-N 10 de 20 A (figura 3.27), tiene tres timer de función general marca OMRON y modelo H3CR (figura 3.28), y treinta y ocho relé de función general marca OMRON y modelo MY (figura 3.29), y sus respectivos botones.

#### **5.1.10.1 Mantenimiento de Panel de Control 10**

Cada mantenimiento anual tiene un tiempo largo para realizarse por su minuciosa limpieza, verificación, toma de datos de temperatura, datos generales y cambio de componentes si estos son necesarios, es un tiempo más largo de lo que toma un mantenimiento trimestral pero con los mismos pasos que este, y en caso de este panel se extiende el tiempo por su cantidad de componentes que intervienen y que demora su limpieza y verificación de su correcto funcionamiento, como su análisis en general para todo el panel, todo esto ayuda en dejar los equipos en

óptimas condiciones para su uso, siguiendo los respectivos pasos que se han mencionado con anterioridad.

### **5.1.11 Bomba 1 de Captación**

La bomba uno (figura 4.31) es la primera bomba que tuvo el área de captación, aún sigue en funcionamiento a pesar de tener muchos años, ésta al igual que el resto no se les da un mantenimiento para que no fallen, se les da un mantenimiento correctivo cuando ocurre una falla en el equipo, tiene un motor marca Teco del tipo AESV2W002 de frecuencia de 60 Hz, un voltaje de 460 v, una potencia de 100 Hp y de 224 A, es un motor trifásico de inducción, jaula de ardilla con una eficiencia del 94.5 % (figura 4.30).

#### **5.1.11.1 Mantenimiento de Bomba 1 de Captación**

Todo mantenimiento anual conlleva una revisión total de los componentes, al igual que las bombas, la bomba de captación 1 es la primera que se colocó en la empresa y es la que se va a reemplazar pero esto no quiere decir que no se le realice un mantenimiento para prevenir su paro por daños, se le realizará un cambio de rulimanes al igual que un cambio de aceite y de empaques, en la parte que es la turbina, la parte del motor se realiza limpieza del bobinado, cambio de aceite y verificación del equipo en general.

### **5.1.12 Bomba de Captación 2 – 3**

Las bombas 2 - 3 (Figura 4.32) que tiene esta planta, al igual que la primera y la tercera, son de las primeras que se instalaron y ya tienen varios años por motivo que necesitan un mayor cuidado y un delicado mantenimiento anual. Es una bomba marca Toshiba trifásica y con un motor de inducción, jaula de ardilla, tiene una potencia de 55 Kw con un voltaje de 460 v y una frecuencia de 60 Hz cuyo amperaje es de 88 y es tipo TIKK, datos (Figura 4.33) que son de las bombas usadas para este tipo de trabajo al igual que para otros trabajos relacionados con agua.

Desde esta que está en la planta de captación, se presentan del mismo tipo la mayoría de bombas, es decir que son las mismas que en la parte de captación y la mitad de en la planta de tratamiento son de este tipo, el mantenimiento que se le realiza a estas bombas es igual para cada una y se lo realiza trimestralmente

#### **5.1.12.1 Mantenimiento de Bomba de Captación 2 - 3**

De igual forma que la bomba uno de captación, estas también son antiguas y necesitan su cuidado, debido que no tienen un reemplazo, estas al año se les debe dar el mantenimiento en su turbina que conlleva un cambio de rulimanes como de empaques y un cambio de aceite como una limpieza general del equipo, en la parte de su motor se debe hacer una limpieza de bobinado, cambio de aceite y limpieza general, tomando apuntes de los cambios y revisión de sus ejes y del equipo en general para ver su correcto funcionamiento.

#### **5.1.13 Bomba de Captación 4 – 5 -6**

Estas bombas al igual que las 2 y 3 (Figura 4.35) de captación son el mismo modelo que existe a diferencia de que estas son nuevas y recién las han colocado hace diez años con especificaciones que son: Marca Toshiba trifásicas de inducción de 55 kw con un voltaje de 460 V una frecuencia de 60 Hz y un amperaje de 88A del tipo TIKK, los datos se encuentran en la figura (Figura 4.36) todas estas bombas son de función general por el motivo que se utilizan no solo en la planta de captación sino también en la planta de tratamiento de agua, van sujetas a una turbina que recibe agua 7.8 metros cúbicos por minuto de igual manera de 460 V y 60 Hz, de un modelo SJ4. (Figura 4.34)

#### **5.1.13.1 Mantenimiento de Captación 4 – 5 – 6**

Estas bombas de la planta de captación tienen un tiempo de vida de 10 años y no se les ha realizado un mantenimiento anual en lo que llevan este tiempo, al igual que las anteriores al momento de abrirlas, se les empieza por cambiar su empaque,

como cada seis meses se realiza el cambio de rulimanes en el mantenimiento anual se les realiza lo mismo al igual que cambio de aceite y limpieza del equipo, conjunto con limpieza del bobinado del motor, revisión de eje, y limpieza general, verificación de su correcto funcionamiento y de sus partes que se encuentren en óptimas condiciones.

#### **5.1.14 Bomba de Transmisión – Retro Lavado – Lavado Superficial**

La mayoría de los equipos del cual se componen esta empresa son iguales, por motivos que en sus especificaciones tienen varios tipos de funcionamiento con relación a que trabajan solo con agua, por esta razón su similitud.

En este caso las bombas de retro lavado son las encargadas de poder limpiar los filtros rápidos, de la suciedad que estos puedan tener en el fondo, ya que se acumula todo el lodo que es extraído en el fondo de los mismos, estas bombas ayudan a levantar todo esto y con ayuda de las de lavado superficial se logra eliminar toda esta suciedad que ocasiona problemas, las bombas de transmisión son las encargadas de poder llevar el agua ya purificada a los hogares de los ciudadanos, no solo esto, si no llevan el agua a la ciudad de huaquillas para su correcta distribución en este cantón. Se realiza un análisis de estas tres bombas por el motivo que son exactamente iguales es decir del mismo tipo y voltaje las tres conjuntamente con las 4, 5, 6 (Figura 4.37 y 4.38) de la planta de captación por lo que se las puede utilizar en diferentes propósitos, teniendo en si un motor de voltaje de 460v, 55kw y 60hz marca Toshiba trifásica de inducción, jaula de ardilla del tipo TIKK (Figura 4.36).

##### **5.1.14.1 Mantenimiento de Bomba de Transmisión – Retro Lavado – Lavado Superficial**

Estas bombas son del mismo modelo que las bombas 4- 5 -6 de captación y llevan el mismo tiempo de vida útil, al igual que no se les ha realizado un mantenimiento anual, se procede a realizar el mismo mantenimiento que a las bombas de captación ya antes mencionada, con riguroso análisis y verificación.

Como es el cambio de rulimanes que se debe de hacer, ya que su tiempo de vida útil es de seis meses, al igual que el cambio de aceite que se le debe de realizar para mantener todo el equipo en óptimas condiciones, revisión de su eje, como también de una limpieza del bobinado del moto y una verificación total, si todos los componentes internos funcionan con normalidad, tomando en cuenta las pruebas que con anterioridad se han realizado.

#### **5.1.15 Bomba de Agua de Presión – Suministro de Agua**

Son bombas de vital importancia para el sistema que está compuesta la empresa, ya que estas bombas son las encargadas de llevar el cloro en todo el proceso de purificación del agua, así del mismo modo las bombas de suministro son aquellas que llevan el agua procesada a las instalaciones administrativas de la empresa.

Estas bombas (Figura 4.40) fueron colocadas al igual que las anteriores hace 10 años con la diferencia que son otro tipo al igual que su función, son marca GRUNDFOS, el motor es 1.50 hp de 60 hz y un amperaje de 2.60 A, turbina 1.1 kw y 60 hz, datos (Figura 4.39).

##### **5.1.15.1 Mantenimiento de Agua de Presión – Suministro de Agua**

Estas bombas se dividen en dos partes que es la parte mecánica, en esta parte se realiza la apertura y se comienza hacer una limpieza en todo esto y revisar la bomba, como así el cambio de cheque de estos, al igual que la parte del motor se procede a realizar la limpieza de los rodamientos del mismo, son bombas pequeñas pero no por esto se deja de lado tomarse su tiempo para realizar su mantenimiento y una revisión adecuada a las mismas.

## 5.2 Tabla de Mantenimiento

Tabla 5. 1: Tabla de Mantenimiento

TABLA IMPLEMENTACIÓN			
PLANTA	EQUIPO	MANTENIMIENTO	ACCIÓN A REALIZAR
Captación	Panel de control 1 Alimentación	Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza del equipo</li> <li>• Toma de lectura de temperatura</li> <li>• Cambio de componente si es necesario.</li> </ul>
Captación	Panel de control 2	Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza del equipo</li> <li>• Toma de lecturas de temperatura</li> <li>• Se revisa todos los relé y los timer</li> <li>• Verificar su vida útil.</li> </ul>
Captación	Panel de control 3	Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informar que dejen sin energía la planta, para empezar con la limpieza</li> <li>• Limpieza del equipo</li> <li>• Toma de datos de los disyuntor</li> </ul>
Captación	Panel de control 4	Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informar que dejen sin energía la planta, para empezar con la limpieza</li> <li>• Limpieza del equipo.</li> <li>• Cambio de componente si es necesario</li> </ul>
Captación	Panel de control 5	Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar que estén en orden los conductores sin fallas</li> <li>• Verificar su vida útil</li> <li>• Limpieza del equipo</li> </ul>
Captación	Panel de control 6	Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informar que dejen sin energía la planta,</li> <li>• Limpieza del equipo.</li> <li>• Cambio de componente si es necesario</li> </ul>
Tratamiento de Agua	Panel de control 7	Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza del equipo</li> <li>• Toma de lectura de temperatura</li> <li>• Cambio de componente si es necesario.</li> </ul>
Tratamiento de Agua	Panel de control 8	Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informar que dejen sin energía la planta, para empezar con la limpieza</li> <li>• Limpieza del equipo.</li> <li>• Cambio de componente si es necesario</li> </ul>

Tratamiento de Agua	Panel de control 9	Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informar que dejen sin energía la planta,</li> <li>• Limpieza del equipo</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de datos</li> </ul>
Tratamiento de Agua	Panel de control 10	Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza del equipo</li> <li>• Toma de lectura de temperatura</li> </ul>
	Alimentación		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de componente si es necesario.</li> </ul>
Captación	Bomba 1	Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconecta el motor de la turbina</li> <li>• Se realiza el cambio de aceite cada tres meses para que puedan trabajar bien las bombas</li> <li>• Mantenimiento correctivo de los rulimanes</li> <li>• Limpieza de la bobina del motor</li> </ul>
Captación	Bomba 2 y 3	Trimestral y Semestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconecta el motor de la turbina</li> <li>• Se hace el cambio de aceite cada tres meses para que puedan trabajar bien las bombas</li> <li>• Mantenimiento correctivo de los rulimanes</li> <li>• Limpieza de la bobina del motor</li> </ul>
Captación	Bomba 4,5 y 6	Trimestral y Semestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconecta el motor de la turbina</li> <li>• Se hace el cambio de aceite cada tres meses para que puedan trabajar bien las bombas</li> <li>• Mantenimiento correctivo de los rulimanes</li> <li>• Limpieza de la bobina del motor</li> </ul>
Tratamiento de Agua	Bomba de transmisión – retro lavado - lavado superficial	Trimestral y Semestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se paraliza una a una las bombas</li> <li>• Limpieza de la bobina del motor</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de aceite</li> <li>• Mantenimiento correctivo de los</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de la parte mecánica y rodamientos</li> </ul>
Tratamiento	Bomba de agua de	Trimestral y Semestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el cambio de cheque</li> </ul>

Captación	Panel de control 1 Alimentación	Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza exhaustiva del equipo</li> <li>• Toma de lectura de temperatura</li> <li>• Cambio de componente si es necesario.</li> </ul>
Captación	Panel de control 2	Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza exhaustiva del equipo</li> <li>• Toma de lecturas de la cámara foto calórica</li> <li>• Se revisa todos los relé y los timer</li> <li>• Verificar su vida útil.</li> </ul>
Captación	Panel de control 3	Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informar que dejen sin energía la planta, para empezar con la limpieza</li> <li>• Limpieza exhaustiva del equipo</li> <li>• Toma de datos de los disyuntor</li> </ul>
Captación	Panel de control 4	Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informar que dejen sin energía la planta, para empezar con la limpieza</li> <li>• Limpieza exhaustiva del equipo.</li> <li>• Cambio de componente si es necesario</li> </ul>
Captación	Panel de control 5	Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar que estén en orden los conductores sin fallas</li> <li>• Verificar su vida útil</li> <li>• Limpieza exhaustiva del equipo</li> </ul>
Captación	Panel de control 6	Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informar que dejen sin energía la planta,</li> <li>• Limpieza exhaustiva del equipo.</li> <li>• Cambio de componente si es necesario</li> </ul>
Tratamiento de Agua	Panel de control 7	Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza exhaustiva del equipo</li> <li>• Toma de lectura de temperatura</li> <li>• Cambio de componente si es necesario.</li> </ul>
Tratamiento de Agua	Panel de control 8	Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informar que dejen sin energía la planta, para empezar con la limpieza</li> <li>• Limpieza exhaustiva del equipo.</li> <li>• Cambio de componente si es necesario</li> </ul>
Tratamiento de Agua	Panel de control 9	Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informar que dejen sin energía la planta,</li> <li>• Limpieza del equipo</li> <li>• Toma de datos de los disyuntor</li> </ul>

Tratamiento de Agua	Panel de control 10	Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza exhaustiva del equipo</li> <li>• Toma de lectura de temperatura</li> </ul>
	Alimentación		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de componente si es necesario.</li> </ul>
Captación	Bomba 1	Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconecta el motor de la turbina</li> <li>• Se hace el cambio de aceite cada tres meses para que puedan trabajar bien las bombas</li> <li>• Mantenimiento correctivo de los rulimanes</li> <li>• Limpieza exhaustiva de la bobina del motor</li> </ul>
Captación	Bomba 2 y 3	Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconecta el motor de la turbina</li> <li>• Se hace el cambio de aceite cada tres meses para que puedan trabajar bien las bombas</li> <li>• Mantenimiento correctivo de los rulimanes</li> <li>• Limpieza exhaustiva de la bobina del motor</li> </ul>
Captación	Bomba 4, 5 y 6	Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconecta el motor de la turbina</li> <li>• Se hace el cambio de aceite cada tres meses para que puedan trabajar bien las bombas</li> <li>• Mantenimiento correctivo de los rulimanes</li> <li>• Limpieza exhaustiva de la bobina del motor</li> </ul>
Tratamiento de Agua	Bomba de transmisión – retro lavado - lavado superficial	Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se paraliza una a una las bombas</li> <li>• Limpieza exhaustiva de la bobina del motor</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de aceite</li> <li>• Mantenimiento correctivo de los rulimanes</li> </ul>
Tratamiento de Agua	Bomba de agua de presión – suministro de agua	Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de la parte mecánica y rodamientos</li> <li>• Realizar el cambio de cheque</li> </ul>

Fuente: EMRAPAH

## **CAPÍTULO 6**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 Conclusiones**

La conclusión de este estudio es poder dar una iniciativa en trabajos de mantenimiento que tiene esta empresa y otras empresas relacionadas con procesar agua potable, que tienen problemas con la parte de sus equipos que no logran tener un mantenimiento, pudiendo este proyecto ser una guía referente a trabajos básicos a realizar en las maquinas más importantes.

Poder mostrar la importancia de un mantenimiento preciso y eficaz en la parte técnica eléctrica y mecánica, cumpliendo los estándares determinados en el mundo de hoy, pudiendo lograr así una garantía de durabilidad y extensión de vida útil no solo de los paneles, sino de la empresa en general.

Fomentar la ayuda de este tipo de mantenimiento con anticipación, mejorando los niveles de eficiencia de una empresa que depende de la potabilización del agua potable y sobre todo los más beneficiados son las personas a las que les llega el líquido, ya que sin esta empresa no tendrían modo alguno de poder tener un servicio como este.

Lograr mostrar una guía adecuada en mantenimiento en estos equipos, concluyendo en la importancia de hacerle cada chequeo en diferente tiempos determinado y de vital importancia, incrementando la producción y la fiabilidad de los equipos que entran en los procesos de procesamiento en estos productos.

Dar entendimiento sobre el uso, fabricación y visualización de una respectiva tabla y acciones a seguir, cuando se debe realizar un mantenimiento preventivo en paneles y bombas de agua en una empresa, de igual manera la comprobación de funcionalidad de los componentes internos de los paneles, información semanal que se debe ir tomando nota para un buen resultado en los mantenimientos.

## **6.2 Recomendaciones**

Se recomienda muy buena ejecución de mantenimiento trimestral y anual, no solo esto sino una buena coordinación de fechas para lograr el mantenimiento, como llevar los respectivos registros para que todo funcione de mejor manera, respetar cada paso adecuadamente con lo que se logra un buen mantenimiento y cuidado de equipos.

Tomando en cuenta la ejecución del mantenimiento que se realizara en equipos que son peligrosos eléctricamente por sus niveles altos de corriente y voltaje, se recomienda la supervisión de un personal capacitado en seguridad industrial ante este tipo de situación, logrando un buen mantenimiento y sin poner en riesgo la vida de cualquier persona que intervenga en este.

Se recomienda que en el sector de los paneles que se encuentran en un cuarto que no está totalmente aislado del intemperie, poner las protecciones debida para que no se contaminen los paneles, no entre agua a estos mediante la lluvia.

Adquirir una cámara medidora de temperatura por infrarrojo es una medida que se recomienda implementar para controlar los niveles de temperatura semanales de cada componente y verificar su correcto funcionamiento, como no solo en parte de paneles, sino en la parte de las bombas poder tener en bodega con anterioridad las partes fijas a reemplazar en cada mantenimiento.

Recomendable y lo que se debe hacer es trabajar con todos los equipos fuera de funcionamiento, al igual que tomar nota de cada una de las cosas que se realicen y cuando se realizaron.

## REFERENCIAS

- Chesterton. (2015). *Chesterton*. Obtenido de [http://www.chesterton.cl/ficha/ES73972\\_PackingCat.pdf](http://www.chesterton.cl/ficha/ES73972_PackingCat.pdf)
- Corporation, F. (2017). *Fluke*. Obtenido de [http://assets.fluke.com/demo-TEMP/568\\_demo.html](http://assets.fluke.com/demo-TEMP/568_demo.html)
- Garrido Garcia, S. (2013). *MantenimientoPetroquimica*. Obtenido de <http://www.mantenimientopetroquimica.com/mantenimientoprogramadopetroquimica.html>
- Garrido, S. G. (2009). *Renovetec*. Recuperado el 11 de Junio de 2017, de <http://www.renovetec.com/mantenimientoindustrial-vol4-correctivo.pdf>
- Garrido, S. G. (2012). *Manual Practico de Ingenieria de Mantenimiento*. Recuperado el 9 de Junio de 2017, de <http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>
- Gomez de Leon, F. C. (1998). *Tecnologia del Mantenimiento Industrial*. Murcia: Universidad de Murcia. Obtenido de <file:///C:/Users/ecuador/Downloads/librodemantenimientoindustrial-120826002303-phpapp02.pdf>
- Labaien, G. C. (2009). *Curso sobre mantenimiento predictivo y sus distintas tecnicas de aplicacion*.
- Mantenimiento, v. y. (s.f.). *weebly*. Obtenido de <http://juanasantosjacoboweebly.com/ventajas-y-desventajas-de-dar-mantenimiento.html>

Olaya Vargas, H. M., & Angel Casca, R. D. (2014). *Repositorio UTP*. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4620/6200046A581.pdf?sequence=1>

Planificado, M. (2014). *Mantenimiento Planificado*. Recuperado el 15 de Junio de 2017, de <http://www.mantenimientoplanificado.com/j%20guadalupe%20articulos/MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20parte%201.pdf>

SEAS. (2012). *Gestion de Mantenimiento 1*. El Depositario.

# ANEXOS

## Anexo1

**Tabla de especificaciones técnicas**

ESPECIFICACIONES TECNICAS										
Motor/Turbina	Hz	Voltaje (V)	Corriente (A)	Modelo	Potencia (Kw)	Caudal m3/min	Revoluciones por minuto	Polos	Fases	
Bomba Captacion 1	60	460 V	88 A	JEC	55 Kw	---	1765 rpm	4	3	
Bomba Captacion 2	60	460 V	88 A	JEC	55 Kw	---	1765 rpm	4	3	
Bomba Captacion 3	60	460 V	88 A	JEC	55 Kw	---	1765 rpm	4	3	
Bomba Captacion 4	60	460 V	73.5 A	JEC	45 Kw	---	1760 rpm	4	3	
Bomba Captacion 5	60	460 V	73.5 A	JEC	45 Kw	---	1760 rpm	4	3	
Bomba Captacion 6	60	460 V	112 A	JEC	75 Kw	---	1785 rpm	4	3	
Bomba Retrolavado	60	460 V	40.5 A	JEC	50 Kw	---	1755 rpm	4	3	
Bomba Transmision	60	460 V	18.5 A	JEC	11 Kw	---	1745 rpm	4	3	
Bomba Lavado Superficial	60	460 V	30.5 A	JEC	16.5 Kw	---	1760 rpm	4	3	
Bomba Agua de Presion	60	460 V	2.30 A	EFF	1.10 Kw	---	3480 rpm	4	3	
Bomba Suministro Agua	60	460 V	2.30 A	EFF	1.10 Kw	---	3480 rpm	4	3	
Turbina Captacion 1	60	460 V	---	SI4	30 Kw	7.8 m3/min	1800 rpm	---	3	
Turbina Captacion 2	60	460 V	---	SI4	30 Kw	7.8 m3/min	1800 rpm	---	3	
Turbina Captacion 3	60	460 V	---	SI4	30 Kw	7.8 m3/min	1800 rpm	---	3	
Turbina Captacion 4	60	460 V	---	SI4	50 Kw	3.3 m3/min	1800 rpm	---	3	
Turbina Captacion 5	60	460 V	---	SI4	50 Kw	3.3 m3/min	1800 rpm	---	3	
Turbina Captacion 6	60	---	---	---	---	---	---	---	---	
Turbina Retrolavado	60	460 V	---	SI4	18.5 Kw	2.6 m3/min	1800 rpm	---	3	
Turbina Transmision	60	460 V	---	SI4	18.5 Kw	2.6 m3/min	1800 rpm	---	3	
Turbina Lavado Superficial	60	460 V	---	SI4	18.5 Kw	2.6 m3/min	1800 rpm	---	3	
Turbina Agua de Presion	60	460 V	---	CRN	1.1 Kw	24-89 m3/min	3392 rpm	---	3	
Turbina Suministro Agua	60	460 V	---	CRN	1.1 Kw	24-89 m3/min	3392 rpm	---	3	

Fuente: Autor

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **MADRID FIGUEROA DAVID ALFREDO**, con C.C: # **0706264736** autor del trabajo de titulación: **Análisis de un mantenimiento preventivo del sistema de bombeo de la empresa municipal regional de agua potable Arenillas-Huaquillas** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICO CON MENCIÓN EN GESTION EMPRESARIAL INDUSTRIAL** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 19 de Septiembre de 2017

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **MADRID FIGUEROA DAVID ALFREDO**

C.C: **0706264736**

<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN</b>			
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Análisis de un mantenimiento preventivo del sistema de bombeo de la empresa municipal regional de agua potable Arenillas-Huaquillas		
<b>AUTOR(ES)</b>	MADRID FIGUEROA, DAVID ALFREDO		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	ING. HIDALGO AGUILAR, JAIME RAFAEL		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL		
<b>FACULTAD:</b>	FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO		
<b>CARRERA:</b>	INGENIERÍA ELÉCTRICA MECÁNICA		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICO MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	19 SEPTIEMBRE 2017	No. PÁGINAS:	DE 118
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	ELECTRICO, MECANICA		
<b>PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:</b>	DISYUNTOR, RELE, PANEL, TURBINAS, MOTOR, CONTACTORES		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>			
<p>Establecer el mejor modelo de un mantenimiento preventivo es la forma más óptima e indispensable para tener el mejor desarrollo de los equipos y del mantenimiento, por todo esto se ha establecido un método muy eficaz para poder encontrar el mantenimiento más óptimo. Este estudio está orientado a dar información muy valiosa para poder mantener en correcto funcionamiento todo el sistema de bombeo y los paneles de control, y que no sufran ningún daño significativo muy recurrentemente, el proyecto es extenso pero muy fácil de utilizar para cualquier persona que tenga un poco de conocimiento en el área técnica a la que está orientado este estudio, es un trabajo importante y un estudio de gran ayuda para una empresa de calidad que no tiene un buen sistema de mantenimiento previo o preventivo de esta índole, lograr que los paneles tengan un funcionamiento continuo sin ninguna falla que pueda provocar un paro de las bombas o que en el sistema de bombeo se dañe una bomba y se pare la captación o distribución del agua.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593982089207	<b>E-mail:</b> davidmadridfigueroa@gmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):</b>	<b>Nombre:</b> Montenegro Tejada, Raúl		
	<b>Teléfono:</b> (04) 2 20933 ext 2007		
	<b>E-mail:</b> raul.montenegro@cu.ucsg/ute@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			