

**UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA



**PLAN DE CONFIABILIDAD PARA LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA  
INCENDIOS DE CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCIÓN S.A, PLANTA ARAUCO,  
CONFORME A LA NORMA NFPA (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION).**

Informe de Habilitación Profesional  
presentado en conformidad a los requisitos  
para optar al Título de Ingeniero Civil Mecánico

Profesor Guía:  
**Sr. OSVALDO AMIGO RIQUELME**

**LUIS ALFREDO VELOSO SALGADO**

**CONCEPCIÓN – CHILE**

**2017**

## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar le doy las gracias a Dios por darme la fuerza de seguir adelante. Doy gracias a toda mi familia y particularmente a mis padres y hermanos por el apoyo incondicional que me brindaban cada día.*

*Agradezco a mi Profesor guía Don Osvaldo Amigo Riquelme por su apoyo al realizar esta tesis, al Jefe de proyectos Don Eduardo Sánchez por darme la oportunidad de realizar esta habilitación profesional en Celulosa Arauco, a ITO de Planta Don José Miguel Palma por ser un guía en el desarrollo de esta tesis, a Don Francisco Ortega de la Empresa Extinguellamas por su disposición y gran aporte en este proyecto, así también doy las gracias a todos los funcionarios de Celulosa que con amabilidad respondieron a todas mis inquietudes.*

## SUMARIO

Celulosa Arauco es una de las mayores empresas forestales del mundo y en la cual la seguridad se enmarca dentro de los cinco valores fundamentales. La compañía toma la seguridad de las personas como prioridad en toda la toma de decisiones. En ese sentido, la seguridad en cuanto a incendios resulta un tema de gran importancia y debe ser tratado con la seriedad que le corresponde.

Los sistemas de protección contra incendios resultan imprescindibles a la hora de prevenir los incendios, es por esto que en el siguiente proyecto se intenta dar confiabilidad a estos sistemas. La primera etapa consiste en una revisión en terreno de los sistemas de protección contra incendios instalados en Planta, de modo de poder recopilar información respecto a sus características y cantidad. Esta información permite poder estimar los repuestos necesarios para el plan de confiabilidad. Los sistemas con que cuenta Planta son sistemas de detección y extinción automáticos, gabinetes, grifos y bombas de incendio.

Con respecto a las bombas de incendio, la NFPA 20 señala dos criterios importantes. En primer lugar la norma establece que las bombas contra incendios, motores eléctricos, motores diésel, paneles controladores eléctricos y paneles controladores diésel, deben estar certificadas para su uso en la protección contra incendios, a excepción de bomba Jockey que no necesita certificación. En la situación actual de Planta los equipos que son certificados UL (Underwriters Laboratories) y FM (Factory Mutual) corresponden al motor diésel y al panel controlador del motor diésel. En segundo lugar la NFPA 20 señala las características de desempeño que deben tener las curvas de las bombas de incendio en fábrica y en terreno. De acuerdo a esto, la bomba Diésel cumple con lo estipulado por la norma, pero las bombas eléctricas no logran llegar al desempeño establecido.

Por consiguiente el Departamento de Ingeniería toma la decisión de diseñar una nueva sala de bombas en conformidad con la NFPA 20 y por ende con nuevas bombas certificadas. Con respecto a las curvas características aportadas por el proveedor, se puede señalar que el desempeño de las bombas diésel y eléctricas en fabrica cumplen con la normativa. Luego cabe señalar que al momento de la instalación de las nuevas bombas, se debe hacer una prueba para verificar el desempeño de las bombas en Planta.

En este proyecto el Plan de Confiabilidad se sustenta de dos maneras. En primer lugar, mediante la realización de rutinas periódicas de inspección, prueba y mantenimiento a los sistemas de protección contra incendios existentes en Planta, las cuales tienen un carácter preventivo, es decir de evitar que ocurran fallas y a su vez que los sistemas operen de manera correcta. Estas rutinas se diseñaron con base en la norma NFPA 25, lo cual aporta más confiabilidad, dado que es una norma reconocida a nivel internacional y tiene una vasta experiencia en la prevención de incendios. En segundo lugar, la confiabilidad se sustenta en base a la disponibilidad de los repuestos de los distintos sistemas de protección contra incendios. Esto quiere decir que se debe tener siempre la misma cantidad de repuestos previamente establecida en bodega, de modo que cuando se utilicen se repongan a la brevedad. Además otro criterio que aporta confiabilidad es que los repuestos deben estar certificados por UL (Underwriters Laboratories) y FM (Factory Mutual).

Finalmente, para implementar las rutinas de inspección, prueba y mantenimiento, se crea una “Base de datos red contra incendios”. Esta Base de datos contiene un levantamiento de todos los sistemas de protección presentes en Planta Arauco. En este levantamiento se identifica el sistema de protección existente y los componentes particulares de dicho sistema, los cuales tienen a su vez asociado frecuencias para realizar las actividades de inspección, prueba y mantenimiento. Luego mediante la utilización de la Base de datos y gracias a una serie de pasos accionados por ITO de Planta José Miguel Palma Sánchez, se puede implementar el Plan de confiabilidad.

## ÍNDICE

<i>AGRADECIMIENTOS</i> .....	2
<i>SUMARIO</i> .....	3
<i>CAPÍTULO I</i> .....	11
<i>ANTECEDENTES GENERALES</i> .....	11
1.1 Introducción .....	11
1.2 OBJETIVOS.....	12
1.2.1 Objetivo General .....	12
1.2.2 Objetivos Específicos.....	12
1.3 Problemática.....	12
<i>CAPÍTULO II</i> .....	13
<i>DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA</i> .....	13
2.1 Antecedentes de la Empresa.....	13
2.2 Visión de la Empresa.....	13
2.3 Valores de la Empresa.....	14
2.4 Descripción del proceso Productivo.....	15
<i>CAPÍTULO III</i> .....	18
<i>DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL</i> .....	18
3.1 Antecedentes .....	18
3.2 Sistemas de detección y extinción automáticos. ....	18
3.2.1 Correas transportadoras (Línea 1, Línea 2 y Caldera de Poder 4). ....	22
3.2.2 Unidades de liquid petroleum gas (LPG).....	28
3.2.3 Unidades hidráulicas .....	29
3.2.4 Turbogeneradores.....	30
3.2.5 Cortina de agua muros divisorios.....	32

3.2.6 Transformadores de Potencia .....	33
3.2.7 Edificios .....	34
3.2.8 Plantas de Metanol .....	36
3.2.9 Estanques de trementina.....	37
3.2.10 Estanques de petróleo.....	38
3.2.11 Estanques Área Química .....	39
3.3 Gabinetes .....	42
3.4 Grifos.....	42
3.5 Bombas red de incendios.....	43
3.5.1 Descripción de bombas y motores de incendio .....	43
3.5.2 Curvas características de Bombas .....	46
3.5.3 Funcionamiento actual de las bombas de incendio .....	47
3.5.4 Desempeño de bombas de incendio en fábrica y en terreno. ....	48
<i>CAPÍTULO IV</i> .....	50
<i>MARCO TEÓRICO</i> .....	50
4.1 Conceptos básicos .....	50
4.2 Conceptos generales.....	51
<i>CAPÍTULO V</i> .....	53
<i>PLAN DE TRABAJO</i> .....	53
5.1 Definición de rutinas de inspección, prueba, mantenimiento y sus frecuencias. ....	53
5.1.1 Sistemas de detección y extinción automáticos. ....	55
5.1.1.1 Repuestos de sprinklers, sprinkler piloto y rociadores, de acuerdo a la NFPA 25. ...	57
5.1.2 Gabinetes.....	59
5.1.3 Grifos.....	60
5.1.4 Bombas de incendio. ....	62
5.2 Definir la cantidad de repuestos que se requieren para el plan de confiabilidad .....	74

5.2.1 Repuestos para Sistemas de detección y extinción automático.....	74
5.2.2 Repuestos para Gabinetes.....	77
5.2.3 Repuestos para Grifos .....	78
5.2.4 Repuestos para nuevas Bombas de incendio.....	79
5.4 Diseñar un Plan de confiabilidad en el software Microsoft Excel .....	80
<i>CONCLUSIÓN</i> .....	83
<i>BIBLIOGRAFÍA</i> .....	85
<i>ANEXOS</i> .....	86
<i>ANEXO A</i> .....	87
<i>Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de los Sistemas de detección y extinción automáticos.</i> .....	87
<i>ANEXO B</i> .....	91
<i>Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Gabinetes</i> .....	91
<i>ANEXO C</i> .....	93
<i>Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Grifos</i> .....	93
<i>ANEXO D</i> .....	95
<i>Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Bombas de incendio</i> .....	95
<i>ANEXO E</i> .....	101
<i>Base de datos red contra incendios</i> .....	101
<i>ANEXO F</i> .....	102
<i>Plano ubicación de grifos en Planta Arauco</i> .....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción del sistema de detección en Correas transportadoras (Línea 1, Línea 2 y Caldera de Poder 4) .....	23
Tabla 2 Descripción del sistema de extinción en Correas transportadoras (Línea 1, Línea 2 y Caldera de Poder 4) .....	25
Tabla 3 Descripción del sistema de detección de unidades LPG .....	28
Tabla 4 Descripción del sistema de extinción de unidades LPG .....	29
Tabla 5 Descripción del sistema de detección de Unidades hidráulicas .....	29
Tabla 6 Descripción del sistema de extinción de Unidades hidráulicas .....	30
Tabla 7 Descripción del sistema de detección de los Turbogeneradores .....	31
Tabla 8 Descripción del sistema de extinción de los Turbogeneradores .....	31
Tabla 9 Descripción del sistema de detección de muros divisorios .....	32
Tabla 10 Descripción del sistema de extinción de muros divisorios .....	32
Tabla 11 Descripción del sistema de detección de Transformadores de Potencia .....	33
Tabla 12 Descripción del sistema de extinción de Transformadores de Potencia .....	33
Tabla 13 Descripción del sistema de detección de Edificios .....	34
Tabla 14 Descripción del sistema de extinción de Edificios.....	35
Tabla 15 Descripción del sistema de detección de Plantas de Metanol .....	36
Tabla 16 Descripción del sistema de extinción de Plantas de Metanol .....	36
Tabla 17 Descripción del sistema de detección de Estanques de trementina.....	37
Tabla 18 Descripción del sistema de extinción de Estanques de trementina .....	38
Tabla 19 Descripción del sistema de detección de Estanques de petróleo.....	38
Tabla 20 Descripción del sistema de extinción de Estanques de petróleo .....	39
Tabla 21 Descripción del sistema de detección de los Estanques del Área Química .....	40
Tabla 22 Descripción del sistema de extinción de los Estanques del Área Química.....	41
Tabla 23 Bombas red de incendio .....	44
Tabla 24 Motores red de incendio.....	44
Tabla 25 Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento de los Sistemas de detección y extinción automáticos.....	55
Tabla 26 Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Gabinetes. ....	59
Tabla 27 Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Grifos. ....	60
Tabla 28 Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Bombas de incendio.....	62
Tabla 29 Prueba anual en bomba contra incendio.....	65



Tabla 30 Nuevas bombas red de incendio.....	68
Tabla 31 Nuevos motores red de incendio .....	68
Tabla 32 Repuestos necesarios de Sprinklers .....	74
Tabla 33 Repuestos necesarios de Sprinklers piloto .....	75
Tabla 34 Repuestos necesarios de Rociadores .....	75
Tabla 35 Repuestos necesarios de Válvulas de Diluvio.....	76
Tabla 36 Repuestos necesarios de Válvulas de Alarma.....	77
Tabla 37 Repuestos necesarios de Gabinetes .....	78
Tabla 38 Repuestos necesarios de Grifos.....	78
Tabla 39 Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de los Sistemas de detección y extinción automáticos.....	88
Tabla 40 Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Gabinetes .....	92
Tabla 41 Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Grifos .....	94
Tabla 42 Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Bombas de incendio .....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Visión de Celulosa Arauco y Constitución S.A.....	14
Figura 2 Valores de Celulosa Arauco y Constitución S.A.....	14
Figura 3 Esquema de un Sistema detección y extinción automático con válvula de Diluvio.....	19
Figura 4 Esquema de un Sistema detección y extinción automático con válvula de Alarma.....	20
Figura 5 Gabinete característico de Planta Arauco.....	42
Figura 6 Grifo característico de Planta Arauco.....	43
Figura 7 Bomba 223-21-001 y motor 223-51-001 instalado en Planta Arauco.....	44
Figura 8 Bomba 223-21-003 y motor 223-31-003 instalado en Planta Arauco (la Bomba 223-21-002 y el motor 223-31-002 son homólogos a la Figura 8).....	45
Figura 9 Bomba 223-21-004 y motor 223-31-004 instalado en Planta Arauco.....	45
Figura 10 Curva característica de Bomba Diésel 223-21-001 .....	46
Figura 11 Curva característica de Bombas eléctricas 223-21-002 y 223-21-003 .....	46
Figura 12 Curva característica de Bomba Jockey 223-21-004 .....	47
Figura 13 Triángulo del fuego.....	50
Figura 14 Curva característica de nueva Bomba Diésel 223-21-004.....	69
Figura 15 Curva característica de nuevas Bombas eléctricas 223-21-002 y 223-21-003 .....	70
Figura 16 Curva característica de nueva Bomba Jockey 223-21-001 .....	71

## **CAPÍTULO I**

### **ANTECEDENTES GENERALES**

#### **1.1 Introducción**

Los incendios siempre van a constituir una amenaza constante en una industria, dado que las máquinas y los procesos generan gran cantidad de calor, es por esto que resulta imprescindible contar con sistemas de protección contra incendio en buenas condiciones, para que puedan actuar de forma correcta y oportuna ante un siniestro. Por su parte Planta Arauco cuenta con una red de incendio diseñada internamente por la Superintendencia de ingeniería y proyectos en el año 1990, por lo cual se ha mantenido por más de 27 años un sistema que no ha tenido un seguimiento adecuado.

Es por esto que el presente estudio se enfocará en preparar un plan de confiabilidad para los sistemas de protección contra incendios de Planta Arauco. En primera instancia, se debe conocer información respecto a las características y cantidad de los sistemas existentes, por lo cual se realizará un levantamiento en terreno de los sistemas de protección contra incendios instalados.

El plan de confiabilidad englobará dos temas fundamentales. En primer lugar, se desarrollará un plan preventivo, es decir mediante la implementación de rutinas periódicas de inspección, prueba y mantenimiento a los sistemas de protección contra incendios existentes en Planta, cuyo diseño es con base en la norma NFPA 25. Este plan permite evitar que ocurran fallas y a su vez que los sistemas operen de manera correcta. En segundo lugar, se definirá la cantidad y el tipo de repuesto que requieren los sistemas, de manera de poder tenerlos disponibles de forma permanente cuando se presente algún problema o falla. Esto quiere decir que cuando se utilice un repuesto, este se debe reponer a la brevedad.

Finalmente, se creará una “Base de datos red contra incendios” en el software Microsoft Excel, que permitirá la implementación de las rutinas de inspección, prueba y mantenimiento. Esta base de datos va a contener un levantamiento de todos los sistemas de protección presentes en Planta Arauco, el cual permitirá identificar el sistema existente, los componentes del sistema y la frecuencia a realizar las actividades de inspección, prueba y mantenimiento.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Preparar un plan de confiabilidad para los sistemas de protección contra incendios presentes en Planta Arauco (Línea 1, Línea 2 y Caldera de poder 4), para una posterior implementación.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

1. Realizar un levantamiento a los sistemas de protección contra incendios existentes en Planta Arauco.
2. Definir los repuestos necesarios de los sistemas de protección contra incendios para el plan de confiabilidad.
3. Diseñar rutinas de inspección, prueba y mantenimiento en base a la NFPA (National Fire Protection Association) 25.
4. Crear una Base de datos en el software Microsoft Excel para la posterior implementación del plan.

## **1.3 Problemática**

Celulosa Arauco y Constitución S.A, se ubica entre las principales productoras de celulosa a nivel mundial, con una capacidad de producción anual de 3,2 millones de toneladas. En este contexto Celulosa Arauco tiene también el deber de avanzar hacia altos estándares de seguridad, tanto para las personas, la propiedad y el proceso productivo. Por lo cual los sistemas de protección contra incendios mantienen un papel preponderante para cumplir este objetivo.

Actualmente, Planta Arauco mantiene sistemas de protección contra incendios que no han tenido un seguimiento adecuado, por lo cual no dan seguridad de que funcionen correctamente a la hora de que ocurra alguna catástrofe.

Dentro de este plano se intenta dar confiabilidad a los sistemas de protección, por una parte mediante la realización de rutinas periódicas de inspección, prueba y mantenimiento, con base a la norma NFPA 25 y por otro lado mediante la mantención permanente de repuestos en bodega, para cambio en caso de falla.

## **CAPÍTULO II**

### **DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

#### **2.1 Antecedentes de la Empresa**

Celulosa Arauco y Constitución S.A es una compañía forestal que cuenta con 47 años de historia, produciendo y gestionando recursos forestales renovables, lo cual le ha permitido transformarse en una de las mayores empresas forestales del mundo, tanto por su superficie e instalaciones, como por su eficiencia, estándares de producción, compromiso social, innovación y manejo ambiental.

La Empresa está constituida por dos secciones, la primera sección cuenta con cuatro unidades: Planta Trozado, Planta Terciado o Paneles, Planta Aserradero y Planta Térmica. La segunda sección se conforma en su totalidad por la Planta de Celulosa. En la primera sección se produce madera aserrada y paneles, mientras que en la segunda sección se fabrica celulosa kraft. Finalmente los productos son utilizados en la industria del papel, la construcción, el embalaje y la mueblería.

Durante el último tiempo la compañía ha dado pasos importantes hacia la globalización de sus operaciones, transformándose en una de las cinco mayores empresas productoras de recursos forestales renovables del planeta, con más de 14 mil trabajadores, 1,7 millones de hectáreas de patrimonio forestal en Sudamérica, 55 plantas productivas en Chile, Argentina, Brasil, Uruguay, Estados Unidos y Canadá, y presencia comercial en más de 80 países.

Los productos de Celulosa Arauco son comercializados en los cinco continentes, a través de representantes, agentes de venta y oficinas comerciales propias en 12 países. Este sistema es apoyado por una gestión eficiente de la cadena logística y de distribución que considera transporte, embarque, almacenamiento, comercio exterior, distribución y servicio, entregando productos de calidad a más de 3.500 clientes a través de 223 puertos en todos los continentes.

#### **2.2 Visión de la Empresa**

La estrategia de Celulosa Arauco se centra en lograr una gestión sustentable de sus operaciones y crear el máximo valor a partir del patrimonio forestal, combinando ciencia, tecnología e innovación para desarrollar materiales y productos orientados a mejorar la vida de las personas.



**Figura 1 Visión de Celulosa Arauco y Constitución S.A.**

### 2.3 Valores de la Empresa

Los valores de la empresa forman una guía de la forma en que se trabaja y es un pilar para la toma de decisiones.

## Nuestros Valores

### Seguridad - SIEMPRE, LO PRIMERO

Ponemos la seguridad de las personas como prioridad en todas nuestras decisiones. Sólo de esta forma consideramos que un trabajo está bien hecho. Nuestra meta es tener cero accidentes.

### Compromiso - TRABAJAMOS CON PASIÓN

Asumimos desafíos y trabajamos con pasión y esfuerzo para cumplirlos. En ARAUCO somos gente esforzada y honesta, que cumple su palabra.

### Excelencia e innovación - QUEREMOS SER MEJORES

Somos líderes en lo que emprendemos, porque desafiamos nuestras capacidades. Debemos ser exigentes con nuestras metas, eficientes e innovadores en la forma de conseguirlas.

### Trabajo en equipo - JUNTOS SOMOS MÁS

Respetamos a las personas, valoramos el aporte de cada uno y sabemos que al trabajar en equipo avanzamos más rápido y llegamos más alto. Reconocemos nuestras limitaciones y pedimos ayuda.

### Buen ciudadano - RESPETAMOS EL ENTORNO Y CREAMOS VALOR

Actuamos con una mirada de largo plazo. Nuestro trabajo aporta al bienestar social, respeta a nuestros vecinos y al medio ambiente.

**Figura 2 Valores de Celulosa Arauco y Constitución S.A.**

## **2.4 Descripción del proceso Productivo**

La fabricación de la celulosa consiste en separar la fibra de la lignina (compuesto químico que le da la rigidez a la fibra), mediante procesos industriales químicos o mecánicos. El proceso químico de fabricación que utiliza Celulosa Arauco es el denominado Kraft. En este proceso, se separan las fibras de la lignina que las une a través de un ataque químico de las astillas de madera, obteniéndose como resultado celulosa altamente resistente, ya que el tratamiento químico no daña la fibra de madera.

Celulosa Arauco utiliza madera proveniente exclusivamente de plantaciones de pino y eucalipto para la producción de celulosa o pulpa de madera. En primer lugar produce celulosa blanqueada y sin blanquear de fibra larga de Pino y en segundo lugar celulosa blanqueada de fibra corta de Eucalipto. La celulosa blanqueada es utilizada principalmente en la fabricación de diversos tipos de papeles, desde escritura hasta sanitarios, mientras que la celulosa sin blanquear es utilizada en la fabricación de material para embalaje, filtros, productos de fibrocemento, papeles dieléctricos, etc.

### **Área madera**

La madera es traída a Planta por camiones en forma de rollizos y astillas externas. Los rollizos son lavados y descortezados, para luego ser astillados y enviados a una pila de astillas (silo de astillas). Luego las astillas son pasadas por un sistema de clasificación, de la cual son aceptadas y enviadas al digestor las que cumplen con un largo de 22 a 24 mm y un espesor de 2 a 4 mm. Las de mayor tamaño son nuevamente astilladas y las de menos tamaño (chip y finos), son enviadas al silo de corteza para utilizarlas como combustible en la caldera de poder. Las astillas externas, son almacenadas en la pila de astillas externas, para ser consumidas posteriormente en el digestor mezcladas con las astillas propias.

### **Línea de celulosa**

El primer paso para extraer la celulosa de la madera se denomina cocción, el cual se lleva a cabo en el digestor. En este se mezclan las astillas con una solución llamada licor blanco, que es un producto en base a soda caustica y sulfuro de sodio, el cual ayuda a disolver la lignina. Mediante la presión, la temperatura y el licor blanco se logra la separación de la lignina y la celulosa, obteniéndose como resultado pulpa café (compuesta por fibras de celulosa y restos de lignina disuelta en agua) y licor negro.

La próxima etapa del proceso se denomina lavado, en la cual se intenta reducir el color café de la pulpa. Para el lavado, se utiliza un tratamiento con oxígeno, llamado deslignificación. Este tratamiento es una forma de eliminar la lignina mediante oxidación, causando una menor degradación de la celulosa, también reduce el consumo de reactivos en la etapa de blanqueo y la carga de compuestos clorados en las aguas residuales.

La siguiente etapa es el blanqueo, que tiene por objetivo remover una fracción de la lignina residual en la pulpa y decolorar el remanente, obteniendo una pulpa con blancura comercial. El blanqueo tiene una serie de fases y en cada fase se aumenta la blancura de la pulpa, hasta obtener finalmente pulpa blanca. En las fases se utilizan diversos reactivos, pero el fundamental es el dióxido de cloro, que oxida y degrada la lignina, haciéndola soluble y permitiendo de esta forma su eliminación.

La pulpa que sale de la etapa de blanqueo, pasa por una siguiente etapa que se denomina secado. Primero la pulpa blanqueada pasa por la maquina Fourdrinier, que es la encargada de drenar y extraer el agua en forma gradual, pasando por diversos sistemas de vacío, formando una hoja continua de celulosa. Luego esta hoja pasa por una serie de prensas, que disminuyen aún más el agua contenida. Finalmente la hoja pasa por la secadora, en la cual se utiliza aire caliente para secar la hoja y posteriormente se enfría para ser enviada a la cortadora y embalaje final.

Las hojas de celulosa son cortadas y embaladas en grandes paquetes, los cuales son llevados y almacenados en la bodega de la Celulosa, donde luego serán transportadas a las distintas fábricas de papel.

### **Línea de recuperación y energía**

El licor negro, que es el residuo producto de la cocción de la madera en el digestor, es utilizado como combustible en la caldera. Este combustible calienta el agua y produce vapor, el cual es alimentado a una turbina que genera energía eléctrica. Esta energía alcanza para alimentar toda la planta y además genera un excedente, el cual se utiliza para alimentar al Sistema Interconectado Central (SIC).

El licor negro después de ser quemado en la caldera, deja un residuo en el fondo, que se mezcla con agua y se denomina licor verde. Luego en el proceso de caustificación, el licor verde es tratado principalmente con cal y se convierte de nuevo en licor blanco. La cal es recuperada quemando los residuos en un gran horno giratorio.



En resumen, la madera se cuece en el digestor con el licor blanco. El licor negro que es el residuo producto de la cocción de la madera, es utilizado como combustible en la caldera, donde se genera energía para el funcionamiento de la planta. Lo que queda del licor negro en el fondo de la caldera, se recicla para volver a obtener licor blanco y seguir obteniendo celulosa.

## **CAPÍTULO III**

### **DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

Esta primera etapa consiste en una revisión en terreno de los sistemas de protección contra incendios instalados en Planta, de los cuales se describirán las principales características.

#### **3.1 Antecedentes**

En primer lugar, el suministro de agua que alimenta la red de incendio proviene del estanque de agua de fábrica, ubicado en Planta de agua Línea 2. Las bombas son las encargadas de suministrar la cantidad de agua y presión necesaria para alimentar a los sistemas de protección instalados en la red.

Red de incendio: Son interconexiones de cañerías que proveen agua a los diferentes sistemas de protección contra incendios de Planta Arauco. La red de incendio por su parte está compuesta por red húmeda y red seca.

- Red Húmeda: Es un sistema de cañerías que contiene agua de forma permanente.
- Red Seca: Es un sistema de cañerías que no contiene agua de forma permanente.

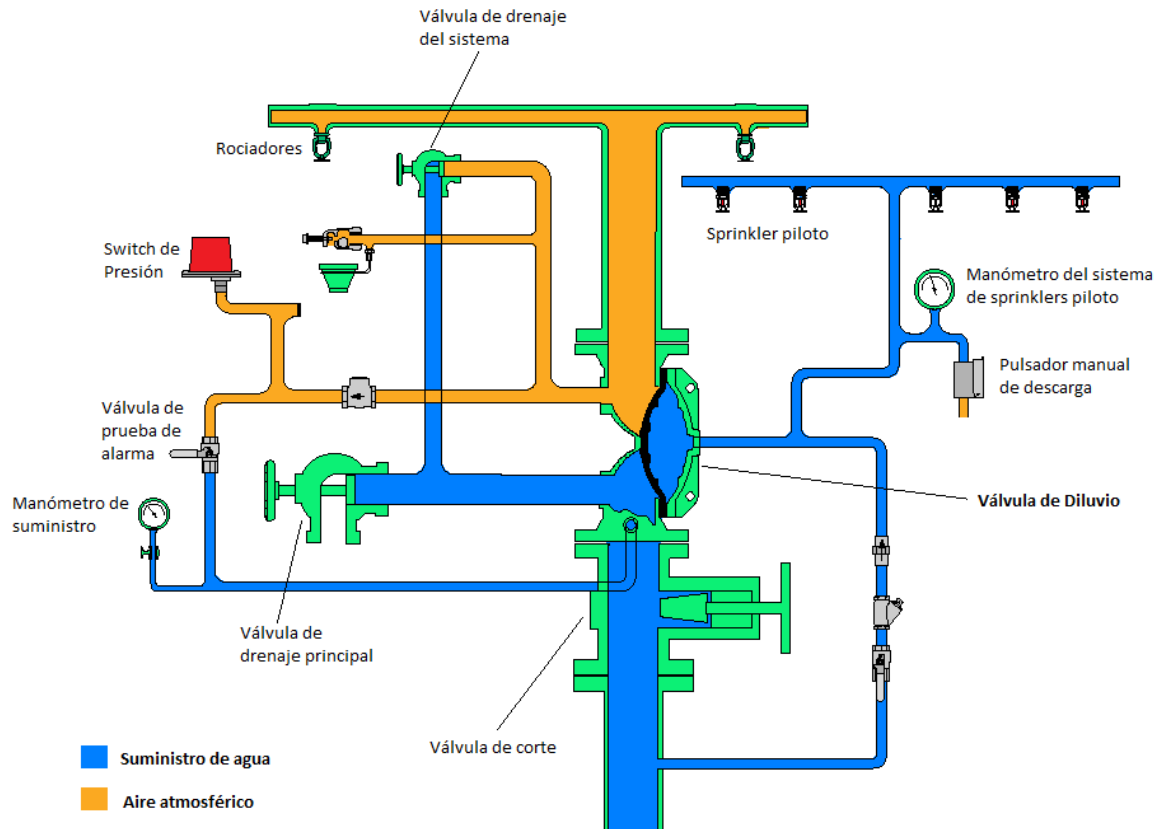
#### **3.2 Sistemas de detección y extinción automáticos.**

Sistemas de detección y extinción automáticos: Son dispositivos encargados de distribuir agua de forma automática sobre la zona donde se produce fuego, de manera de poder extinguirlo y a su vez envían una señal de alarma de incendio, lo cual permite tomar medidas de acción por parte de la Brigada de emergencias y de resguardo por parte del personal de Planta.

Por su parte, Planta Arauco cuenta con dos tipos de sistemas de detección y extinción automáticos, que corresponden a sistemas con válvula de Diluvio y sistemas con válvula de Alarma, los cuales se describen a continuación:

##### **Sistema de detección y extinción automático con válvula de Diluvio**

El objetivo de este sistema es inundar todo un sector de incendio a través de los rociadores, de forma de poder extinguirlo. Este sistema pertenece a una red seca, dado que las cañerías que van de la válvula hacia los rociadores se mantienen sin agua. En el sistema con válvula de Diluvio los elementos de detección de incendio corresponden a los sprinkler piloto y los elementos de extinción a los rociadores.



**Figura 3 Esquema de un Sistema de detección y extinción automático con válvula de Diluvio.**

Funcionamiento del Sistema con válvula de Diluvio:

Operación normal:

- Válvula de Diluvio: Cerrada.
- Válvula de corte: Abierta.
- Línea de rociadores: Sin agua.
- Manómetro de suministro y manómetro del sistema de sprinklers piloto: Presiones iguales.
- Línea de sprinklers piloto: Llena de agua.

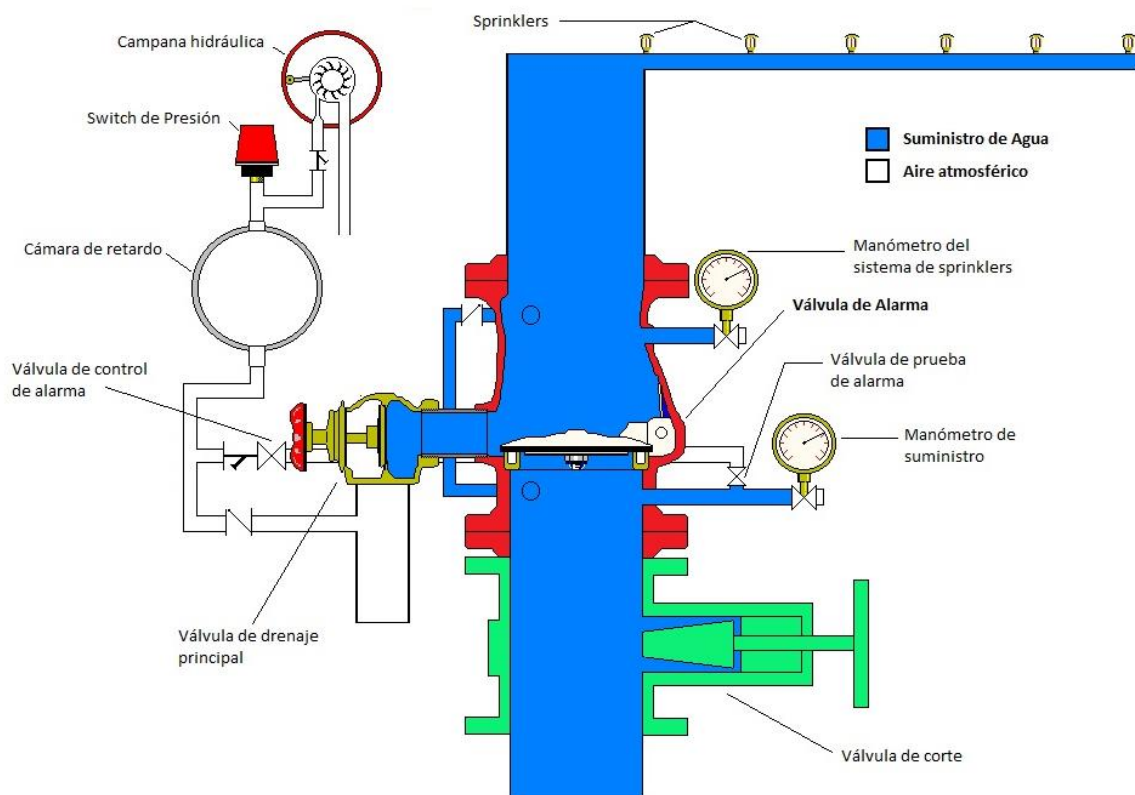
Activación del sistema de Diluvio:

Cuando un sprinkler piloto detecta una temperatura superior a la temperatura de activación del sistema, el bulbo de vidrio se rompe, por lo cual la línea piloto se despresuriza y de forma automática se abre la válvula de Diluvio, enviando agua a todos los rociadores de la zona. De forma simultánea el agua inunda las cañerías hasta llegar al Switch de presión, el cual de forma automática envía una señal de alarma al panel principal de la red de incendio y electrocontrol, los que notifican a la Brigada de emergencia para que investiguen la causa de rotura del sprinkler piloto.

En caso que el sistema automático no funcione, se cuenta con un pulsador manual de descarga, que permite la activación del sistema.

### Sistema de detección y extinción automático con válvula de Alarma

El objetivo de este sistema es inundar solo el área de incendio que es detectada por los sprinklers, de forma de poder extinguirlo. Este sistema pertenece a una red húmeda, dado que las cañerías se mantienen con agua a presión de forma permanente. En el sistema con válvula de Alarma los sprinklers corresponden a elementos de detección y extinción de incendios.



**Figura 4** Esquema de un Sistema de detección y extinción automático con válvula de Alarma.

Funcionamiento del Sistema con válvula de Alarma:

Operación normal:

- Válvula de Alarma: Cerrada.
- Válvula de corte: Abierta.
- Línea de sprinklers: Llena de agua a presión.
- Manómetro de suministro y manómetro del sistema de sprinklers: Presiones iguales.

Activación del sistema de Alarma:

Cuando un sprinkler detecta una temperatura superior a la temperatura de disparo, el bulbo de vidrio se rompe, e inunda localmente el área. Al mismo tiempo la clapeta de la válvula de Alarma se abre e inunda la cámara de retardo, para luego hacer funcionar el Switch de presión y hacer sonar la Campana hidráulica. El Switch de presión, de forma automática envía una señal de alarma al panel principal de la red de incendio y electrocontrol, los que notifican a la Brigada de emergencia para que investiguen la causa de rotura del sprinkler.

De los siguientes puntos se hace un levantamiento de los sistemas de detección y extinción automáticos presentes en Planta Arauco. El objetivo del levantamiento es para determinar el tipo y cantidad de repuestos que son necesarios para el Plan de Confiabilidad.

- Correas transportadoras (Línea 1, Línea 2 y Caldera de Poder 4)
- Unidades de liquid petroleum gas (LPG)
- Unidades hidráulicas
- Turbogeneradores
- Cortina de agua muros divisorios
- Transformadores de Potencia
- Edificios
- Plantas de Metanol
- Estanques de trementina
- Estanques de petróleo
- Estanques Área Química

### **3.2.1 Correas transportadoras (Línea 1, Línea 2 y Caldera de Poder 4).**

En la Tabla 1 y Tabla 2 se describe las principales características del sistema de detección y extinción de las correas transportadoras existentes en Planta Arauco, las cuales están divididas en Correas de línea 1, Correas de línea 2 y Correas de caldera de poder 4. Las correas a su vez se identifican a través de un TAG, la cual puede o no estar dividida en tramos (superior, inferior, centro).

La Tabla 1 identifica el tipo de detección, que en este caso puede ser por cable térmico o sprinkler y al costado derecho se describen las características del sprinkler, que funciona como un elemento de detección y extinción.

**Tabla 1 Descripción del sistema de detección en Correas transportadoras (Línea 1, Línea 2 y Caldera de Poder 4)**

IDENTIFICACIÓN	Tramo	TAG	Tipo de detección				Temperatura (°C)	SPRINKLERS / SPRINKLERS PILOTO						
			Cable Térmico	Sprinkler	Sprinkler Piloto	Otro		Marca	Modelo / Tipo	Factor K	Temperatura (°C)	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad
<b>CORREAS TRANSPORTADORAS CP 4</b>														
CORREA CORTEZA ALIMENTACIÓN PICADOR DESDE POZO BIOMASA COMPRADA		131-26-903		X			68	TYCO	MONTANTE	5,6	68	N/A	1/2" NPT	32
CORREA DESDE PICADOR A CORREA 912		131-26-911		X			68	TYCO	MONTANTE	5,6	68	N/A	1/2" NPT	12
CORREA CORTEZA EXTERNA A GALPÓN BIOMASA	SUP.	131-26-912	X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	INF.		X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA DISTRIBUCIÓN CORTEZA GALPÓN BIOMASA		131-26-913		X			68	TYCO	MONTANTE	5,6	68	N/A	1/2" NPT	40
CORREA TUNEL PACIFICO GALPÓN BIOMASA		131-26-921		X			68	TYCO	MONTANTE	5,6	68	N/A	1/2" NPT	62
CORREA TUNEL ANDES GALPON BIOMASA		131-26-922		X			68	TYCO	MONTANTE	5,6	68	N/A	1/2" NPT	62
CORREA DISTRIBUCIÓN DESDE GALPÓN BIOMASA		131-26-923	X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA BIOMASA A BUZÓN DE DISTRIBUCIÓN		131-26-924	X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA DISTRIBUCIÓN ALIMENTACION CORREA 929		131-26-928		X			68	TYCO	MONTANTE	5,6	68	N/A	1/2" NPT	40
CORREA CORTEZA BIOMASA A CP4	INF.	131-26-929	X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	SUP.		X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	CENT.		X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA REVERSIBLE		131-26-942		X			68	TYCO	MONTANTE	5,6	68	N/A	1/2" NPT	S/INFO
<b>CORREAS L2</b>														
CORREA CORTEZAS AL TRITURADORES		231-26-351		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	50
CORREA A GALPÓN DE CORTEZAS	SUP.	231-26-359	X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	INF.		X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA REVERSIBLE GALPÓN DE CORTEZAS		231-26-360		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	50

CORREA ASTILLA A PILA	SUP.	231-26-363	X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
	CENT.		X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
	INF.		X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
CORREA REVERSIBLE		231-26-365		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	40
CORREA EXTERNA A PILA DESDE EL DAMPER		231-26-373		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	70
CORREA TUNEL DE CORTEZA A CP2	SUP.	231-26-402	X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
	CENT.		X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
	INF.		X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
CORREA RETORNO A CALDERA		231-26-404		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	33
CORREA ASTILLAS TUNEL PACIFICO		231-26-414		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	66
CORREA ASTILLAS TUNEL ANDES		231-26-415		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	67
CORREA ASTILLA A HARNERO		231-26-416	X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
CORREA ASTILLA DESDE EDIFICIO HARNERO A DIGESTOR	INF.	231-26-454	X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
	SUP.		X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
<b>CORREAS L1</b>														
CORREA DESDE SILO A DIGESTOR		31-26-19		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	65
CORREA ALIMENTACIÓN BIOMASA A CALDERA L-1		31-26-109		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	120
CORREA ALIMENTACIÓN HARNERO		31-26-129		X			93	RELIABLE	COLGANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	26
CORREA DESDE SILO AL HARNERO		31-26-131		X			93	RELIABLE	COLGANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	23
CORREA N°1 A SILO CHIPP		31-26-133		X			93	RELIABLE	COLGANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	18
CORREA ALIMENTACIÓN AL SILO		31-26-135		X			93	RELIABLE	COLGANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	45
CORREA TRANSPORTADORA TRONCOS		31-26-221		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	44
CORREA SOBRE PILA DE CHIPS		31-26-223		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	55
CORREA DE ASTILLA TUNEL ANDES		31-26-237		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	65
CORREA ASTILLAS TUNEL PACIFICO		31-26-238		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	65
CORREA DESDE TUNEL AL HARNERO L-1		31-26-239		X			78	GLOBE	MONTANTE	5,6	79	N/A	1/2" NPT	31
CORREA CORTEZA DESDE EL PICADOR AL TRITURADOR		31-26-258	X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	



CORREA CORTEZA AL PICADOR		31-26-318	X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA A GALPON DESECHOS	INF.	31-26-323	X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	SUP.		X				68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA DISTRIBUCION DIGESTORES		41-26-01		X			S/INFO	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	20
CORREA DIGESTOR 7		41-26-059		X			S/INFO	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	6

SUP: Superior; INF: Inferior; CENT: Centro; S/INFO: Sin información; N/A: No aplica

La Tabla 2 señala las características de la válvula de extinción de la correa, que puede ser de dos tipos, Diluvio o Alarma. Una de las diferencias radica en que la válvula de Diluvio extingue el fuego a través de rociadores, mientras que la válvula de Alarma por medio de sprinklers (se caracterizan en la Tabla 1).

**Tabla 2 Descripción del sistema de extinción en Correas transportadoras (Línea 1, Línea 2 y Caldera de Poder 4)**

IDENTIFICACIÓN	Tramo	TAG	VALVULA DE EXTINCIÓN						VALVULA DE CORTE			ROCIADORES						
			Tipo		TAG	Marca	Modelo	Diámetro	Trim	Marca	Modelo	Tipo	Marca	Modelo	Factor K	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad
			Diluvio	Alarma														
<b>CORREAS TRANSPORTADORAS CP 4</b>																		
CORREA CORTEZA ALIMENTACIÓN PICADOR DESDE POZO BIOMASA COMPRADA		131-26-903		X		TYCO	AV-1	4"	Hidráulico	TYCO	TMRX	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA DESDE PICADOR A CORREA 912		131-26-911		X		TYCO	AV-1	4"	Hidráulico	TYCO	TMRX	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA CORTEZA EXTERNA A GALPÓN BIOMASA	SUP.	131-26-912	X		131-73-103	VICTAULIC	FireLock NXT S/769	6"	Eléctrico	VICTAULIC	S/705	MARIPOSA	TYCO	D3	1,2	160°	1/2" NPT	23
	INF.		X		131-73-104	VICTAULIC	FireLock NXT S/769	6"	Eléctrico	VICTAULIC	S/705	MARIPOSA	TYCO	D3	1,2	160°	1/2" NPT	23
CORREA DISTRIBUCIÓN CORTEZA GALPÓN BIOMASA		131-26-913		X		TYCO	AV-1	4"	Hidráulico	KENNEDY	KS-FW	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA TUNEL PACIFICO GALPÓN BIOMASA		131-26-921		X		TYCO	AV-1	4"	Hidráulico	KENNEDY	KS-FW	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA TUNEL ANDES GALPON BIOMASA		131-26-922		X		TYCO	AV-1	4"	Hidráulico	TYCO	TMRX	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA DISTRIBUCIÓN DESDE GALPÓN BIOMASA		131-26-923	X		131-73-101	VICTAULIC	FireLock NXT S/769	6"	Eléctrico	VICTAULIC	S/705	MARIPOSA	TYCO	D3	1,2	160°	1/2" NPT	25
CORREA BIOMASA A BUZÓN DE DISTRIBUCIÓN		131-26-924	X		131-73-102	VICTAULIC	FireLock NXT S/769	6"	Eléctrico	VICTAULIC	S/705	MARIPOSA	TYCO	D3	1,2	160°	1/2" NPT	33



CORREA DESDE SILO AL HARNERO		31-26-131		X		TYCO	AV-1	4"	Hidráulico	NIBCO	FIRE MAIN	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA N°1 A SILO CHIPP		31-26-133		X		TYCO	AV-1	4"	Hidráulico	VELAN	NPS 2-64	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA ALIMENTACIÓN AL SILO		31-26-135		X		TYCO	AV-1	4"	Hidráulico	VELAN	NPS 2-64	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA TRANSPORTADORA TRONCOS		31-26-221		X		TYCO	AV-1	6"	Hidráulico	STOCKHAM	J33	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA SOBRE PILA DE CHIPS		31-26-223		X		TYCO	AV-1	6"	Hidráulico	STOCKHAM	J33	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA DE ASTILLA TUNEL ANDES		31-26-237		X		TYCO	AV-1	6"	Hidráulico	NEWCO	WCB	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA ASTILLAS TUNEL PACIFICO		31-26-238		X		TYCO	AV-1	6"	Hidráulico	NEWCO	WCB	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA DESDE TUNEL AL HARNERO L-1		31-26-239		X		RELIABLE	RASCO	3"	Hidráulico	STOCKHAM	J33	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA CORTEZA DESDE EL PICADOR AL TRITURADOR		31-26-258	X			TYCO	DV-5	6"	Eléctrico	UNITED	2030	COMPUERTA	S/INFO	S/INFO	S/INFO	S/INFO	1/2" NPT	75
CORREA CORTEZA AL PICADOR		31-26-318	X			TYCO	DV-5	4"	Eléctrico	UNITED	2030	COMPUERTA	S/INFO	S/INFO	S/INFO	S/INFO	1/2" NPT	36
CORREA A GALPON DESECHOS	INF.	31-26-323	X			TYCO	DV-5	6"	Eléctrico	TYCO	TMRX	COMPUERTA	S/INFO	S/INFO	S/INFO	S/INFO	1/2" NPT	83
	SUP.		X			TYCO	DV-5	6"	Eléctrico	TYCO	TMRX	COMPUERTA	S/INFO	S/INFO	S/INFO	S/INFO	1/2" NPT	S/INFO
CORREA DISTRIBUCION DIGESTORES		41-26-01		X		TYCO	AV-1	4"	Hidráulico	NIBCO	FIRE MAIN	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CORREA DIGESTOR 7		41-26-059		X		TYCO	AV-1	4"	Hidráulico	NIBCO	FIRE MAIN	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

SUP: Superior; INF: Inferior; CENT: Centro; S/INFO: Sin información; N/A: No aplica

### Observación:

Existen casillas que no tienen información. Se requiere recopilar dicha información para completar los repuestos que faltan. En el tiempo que se estuvo en Planta realizando este trabajo la información no se pudo reunir, dado que el área es de difícil acceso, por lo cual se debe completar en la próxima Parada General de Planta (PGP).

### 3.2.2 Unidades de liquid petroleum gas (LPG)

En la Tabla 3 y Tabla 4 se describe las principales características del sistema de detección y extinción de las Unidades LPG existentes en Planta Arauco. En las primeras columnas de las tablas se identifica la Unidad LPG y luego su ubicación.

La tabla 3 identifica el tipo de detección, que en este caso es a través de sprinkler piloto y al costado derecho se describen las características del sprinkler piloto.

**Tabla 3 Descripción del sistema de detección de unidades LPG**

IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	Tipo de detección				Temperatura (°C)	SPRINKLERS / SPRINKLERS PILOTO						
		Cable Térmico	Sprinkler	Sprinkler Piloto	Otro		Marca	Modelo / Tipo	Factor K	Temperatura (°C)	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad
<b>LIQUID PETROLEUM GAS (LPG)</b>													
LPG 1 (CENTRAL 1)	Evaporadores L-1 Lado Andes			X		57	S/INFO	MONTANTE	5,6	57	N/A	1/2" NPT	14
LPG 2 (CENTRAL 2)	Torres de enfriamiento L-2			X		57	S/INFO	MONTANTE	5,6	57	N/A	1/2" NPT	6
LPG 4 (CENTRAL 4)	Bodegas de pulpa			X		57	S/INFO	MONTANTE	5,6	57	N/A	1/2" NPT	6
LPG 5 (CENTRAL 5)	TG 4/5 Lado Andes L-2			X		57	S/INFO	MONTANTE	5,6	57	N/A	1/2" NPT	9

S/INFO: Sin información

La Tabla 4 señala las características de la válvula de extinción, que para este caso son del tipo Diluvio en todas las Unidades LPG. En la última columna se describen las principales características de los rociadores asociados a la válvula de Diluvio.

**Tabla 4 Descripción del sistema de extinción de unidades LPG**

IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	VALVULA DE EXTINCIÓN						VALVULA DE CORTE			ROCIADORES						
		Tipo		TAG	Marca	Modelo	Diámetro	Trim	Marca	Modelo	Tipo	Marca	Modelo	Factor K	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad
		Diluvio	Alarma														
<b>LIQUID PETROLEUM GAS (LPG)</b>																	
LPG 1 (CENTRAL 1)	Evaporadores L-1 Lado Andes	X			VICTAULIC	FireLock NXT S/769	6"	Hidráulico	VICTAULIC	VIC-300	MARIPOS A	VICTAULIC	V-12	1,8	95°	1/2" NPT	84
												VICTAULIC	V-12	1,8	110°	1/2" NPT	28
LPG 2 (CENTRAL 2)	Torres de enfriamiento L-2	X			TYCO	DV-5	4"	Hidráulico	TYCO	BFV-N	MARIPOS A	TYCO	D3	1,8	110°	1/2" NPT	8
												TYCO	D3	1,8	140°	1/2" NPT	24
LPG 4 (CENTRAL 4)	Bodegas de pulpa	X			VICTAULIC	FireLock NXT S/769	4"	Hidráulico	VICTAULIC	VIC-300	MARIPOS A	VICTAULIC	V-12	1,8	110°	1/2" NPT	8
												VICTAULIC	V-12	1,8	140°	1/2" NPT	24
LPG 5 (CENTRAL 5)	TG 4/5 Lado Andes L-2	X			TYCO	DV-5	6"	Hidráulico	TYCO	BFV-N	MARIPOS A	TYCO	D3	1,8	110°	1/2" NPT	48

**3.2.3 Unidades hidráulicas**

En la Tabla 5 y Tabla 6 se describe las principales características del sistema de detección y extinción de las Unidades hidráulicas existentes en Planta Arauco. En las primeras columnas de las tablas se identifica la Unidad hidráulica y su correspondiente TAG.

La Tabla 5 identifica el tipo de detección, que en este caso es a través de sprinkler y al costado derecho se describen las características del sprinkler.

**Tabla 5 Descripción del sistema de detección de Unidades hidráulicas**

IDENTIFICACIÓN	TAG	Tipo de detección				Temperatura (°C)	SPRINKLERS / SPRINKLERS PILOTO						
		Cable Térmico	Sprinkler	Sprinkler Piloto	Otro		Marca	Modelo / Tipo	Factor K	Temperatura (°C)	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad
<b>UNIDADES HIDRAULICAS</b>													
U.H LAVADOR ETAPA D/1	247-51-086		X			68	TYCO	EA-1	2,8	68	65°	1/2" NPT	2
U.H LAVADOR ETAPA E/2	247-51-116		X			68	TYCO	EA-1	2,8	68	65°	1/2" NPT	2
U.H LAVADOR ETAPA D/2	247-51-146		X			68	TYCO	EA-1	2,8	68	65°	1/2" NPT	2

U.H POLINES PRENSA L1	72-51-39		X			79	VICTAULIC	S/INFO	2,8	79	65°	1/2" NPT	2
U.H POLINES PRENSA L2	272-51-056		X			79	VICTAULIC	S/INFO	2,8	79	65°	1/2" NPT	2

S/INFO: Sin información

La Tabla 6 señala las características de la válvula de extinción, que para este caso son del tipo Alarma en todas las Unidades hidráulicas.

**Tabla 6 Descripción del sistema de extinción de Unidades hidráulicas**

IDENTIFICACIÓN	TAG	VALVULA DE EXTINCIÓN							VALVULA DE CORTE			ROCIADORES					
		Tipo		TAG	Marca	Modelo	Diámetro	Trim	Marca	Modelo	Tipo	Marca	Modelo	Factor K	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad
		Diluvio	Alarma														
<b>UNIDADES HIDRAULICAS</b>																	
U.H LAVADOR ETAPA D/1	247-51-086		X		VICTAULIC	FireLock S/751	2 1/2"	Hidráulico	VICTAULIC	S/705	MARIPOSA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
U.H LAVADOR ETAPA E/2	247-51-116		X		VICTAULIC	FireLock S/751	2 1/2"	Hidráulico	VICTAULIC	S/705	MARIPOSA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
U.H LAVADOR ETAPA D/2	247-51-146		X		VICTAULIC	FireLock S/751	2 1/2"	Hidráulico	VICTAULIC	S/705	MARIPOSA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
U.H POLINES PRENSA L1	72-51-39		X		TYCO	AV-1	2 1/2"	Hidráulico	TYCO	BFV-N	MARIPOSA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
U.H POLINES PRENSA L2	272-51-056		X		TYCO	AV-1	2 1/2"	Hidráulico	TYCO	BFV-N	MARIPOSA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

N/A: No aplica

### 3.2.4 Turbogeneradores

En la Tabla 7 y Tabla 8 se describe las principales características del sistema de detección y extinción de los Turbogeneradores existentes en Planta Arauco. En las primeras columnas de las tablas se identifica el Turbogenerador y su correspondiente TAG (en el caso de los edificios no tienen TAG).

La Tabla 7 identifica el tipo de detección, que en este caso es a través de sprinkler piloto para los Estanques hidráulicos y sprinkler para los edificios. En la última columna se describen las principales características de los sprinklers o sprinklers piloto asociados a su correspondiente válvula.

**Tabla 7 Descripción del sistema de detección de los Turbogeneradores**

IDENTIFICACIÓN	TAG	Tipo de detección				Temperatura (°C)	SPRINKLERS / SPRINKLERS PILOTO						
		Cable Térmico	Sprinkler	Sprinkler Piloto	Otro		Marca	Modelo / Tipo	Factor K	Temperatura (°C)	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad
<b>TURBOGENERADORES</b>													
TG 2 TK HIDRAULICO	65-51-01			X		140	S/INFO	MONTANTE	5,6	141	N/A	1/2" NPT	10
TG 2 EDIFICIO			X			140	S/INFO	MONTANTE	8	141	N/A	1/2" NPT	46
TG 3 TK HIDRAULICO	265-51-001			X		140	S/INFO	MONTANTE	5,6	141	N/A	1/2" NPT	10
TG 3 EDIFICIO			X			140	S/INFO	MONTANTE	8	141	N/A	1/2" NPT	71
TG 4 Y 5	266-51-102		X			140	TYCO	MONTANTE	8	141	N/A	1/2" NPT	8

S/INFO: Sin información; N/A: No aplica

La Tabla 8 señala las características de la válvula de extinción, que para este caso son del tipo Diluvio para los Estanques hidráulicos y de Alarma para los edificios. En la última columna se describen las principales características de los rociadores asociados a la válvula de Diluvio.

**Tabla 8 Descripción del sistema de extinción de los Turbogeneradores**

IDENTIFICACIÓN	TAG	VALVULA DE EXTINCIÓN						VALVULA DE CORTE			ROCIADORES						
		Tipo		TAG	Marca	Modelo	Diámetro	Trim	Marca	Modelo	Tipo	Marca	Modelo	Factor K	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad
		Diluvio	Alarma														
<b>TURBOGENERADORES</b>																	
TG 2 TK HIDRAULICO	65-51-01	X			BERMAD	FP400E-5M	4"	Hidráulico	MUELLER	R-2365	COMPUERTA	S/INFO	S/INFO	4,1	140°	1/2" NPT	36
TG 2 EDIFICIO			X		TYCO	AV-1	6"	Hidráulico	MUELLER	R-2365	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
TG 3 TK HIDRAULICO	265-51-001	X		265-73-201	BERMAD	FP400E-5M	4"	Hidráulico	MUELLER	R-2365	COMPUERTA	S/INFO	S/INFO	4,1	140°	1/2" NPT	36
TG 3 EDIFICIO			X	265-73-203	TYCO	AV-1	6"	Hidráulico	MUELLER	R-2365	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
TG 4 Y 5	266-51-102		X		TYCO	AV-1	2 1/2"	Hidráulico	KENNEDY	KS-FW	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

S/INFO: Sin información; N/A: No aplica

### 3.2.5 Cortina de agua muros divisorios

En la Tabla 9 y Tabla 10 se describe las principales características del sistema de detección y extinción de los muros divisorios existentes en Planta Arauco. En la primera columna de las tablas se identifica el muro divisorio.

La Tabla 9 identifica el tipo de detección, que en este caso es a través de sprinkler piloto o sprinkler y al costado derecho se describen las características del sprinkler piloto o sprinkler.

**Tabla 9 Descripción del sistema de detección de muros divisorios**

IDENTIFICACIÓN	Tipo de detección				Temperatura (°C)	SPRINKLERS / SPRINKLERS PILOTO						
	Cable Térmico	Sprinkler	Sprinkler Piloto	Otro		Marca	Modelo / Tipo	Factor K	Temperatura (°C)	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad
<b>MURO DIVISORIO</b>												
MURO DIVISORIO LADO LINEA FINAL (SUR)			X		68	S/INFO	MONTANTE	5,6	68	N/A	1/2" NPT	63
MURO DIVISORIO LADO BODEGA (NORTE)			X		68	S/INFO	MONTANTE	5,6	68	N/A	1/2" NPT	31
MURO DIVISORIO CORTINAS (SUR)		X			68	TYCO	MONTANTE	8	68	N/A	3/4" NPT	9

S/INFO: Sin información; N/A: No aplica

La Tabla 10 señala las características de la válvula de extinción, que para este caso son del tipo Diluvio o Alarma. En la última columna se describen las principales características de los rociadores asociados a la válvula de Diluvio.

**Tabla 10 Descripción del sistema de extinción de muros divisorios**

IDENTIFICACIÓN	VALVULA DE EXTINCIÓN							VALVULA DE CORTE			ROCIADORES					
	Tipo		TAG	Marca	Modelo	Diámetro	Trim	Marca	Modelo	Tipo	Marca	Modelo	Factor K	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad
	Diluvio	Alarma														
<b>MURO DIVISORIO</b>																
MURO DIVISORIO LADO LINEA FINAL (SUR)	X			BERMAD	FP400E-5M	6"	Hidráulico	MUELLER	R-2365	COMPUERTA	TYCO	D3	2,3	180°	1/2" NPT	63
MURO DIVISORIO LADO BODEGA (NORTE)	X			BERMAD	FP400E-5M	6"	Hidráulico	MUELLER	R-2365	COMPUERTA	TYCO	D3	4,1	180°	1/2" NPT	41
MURO DIVISORIO CORTINAS (SUR)		X		TYCO	AV-1	2 1/2"	Hidráulico	MUELLER	R-2365	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

N/A: No aplica



### 3.2.6 Transformadores de Potencia

En la Tabla 11 y Tabla 12 se describe las principales características del sistema de detección y extinción de los Transformadores de Potencia existentes en Planta Arauco. En las primeras columnas de las tablas se identifica el Transformador y su correspondiente TAG.

La Tabla 11 identifica el tipo de detección, que en este caso es a través de cable térmico.

**Tabla 11 Descripción del sistema de detección de Transformadores de Potencia**

IDENTIFICACIÓN	TAG	Tipo de detección				Temperatura (°C)	SPRINKLERS / SPRINKLERS PILOTO							
		Cable Térmico	Sprinkler	Sprinkler Piloto	Otro		Marca	Modelo / Tipo	Factor K	Temperatura (°C)	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad	
<b>TRANSFORMADORES</b>														
TRANSFORMADOR 1	67-35-01	X				105	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
TRANSFORMADOR 2	67-35-02	X				105	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
TRANSFORMADOR 3	268-35-001	X				105	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
TRANSFORMADOR 4	168-35-001	X				105	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

N/A: No aplica

La Tabla 12 señala las características de la válvula de extinción, que para este caso son del tipo Diluvio para todos los Transformadores. En la última columna se describen las principales características de los rociadores asociados a la válvula de Diluvio.

**Tabla 12 Descripción del sistema de extinción de Transformadores de Potencia**

IDENTIFICACIÓN	TAG	VALVULA DE EXTINCIÓN							VALVULA DE CORTE			ROCIADORES					
		Tipo		TAG	Marca	Modelo	Diámetro	Trim	Marca	Modelo	Tipo	Marca	Modelo	Factor K	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad
		Diluvio	Alarma														
<b>TRANSFORMADORES</b>																	
TRANSFORMADOR 1	67-35-01	X			TYCO	DV-5	6"	Eléctrico	TYCO	BFV-N	MARIPOSA	TYCO	D3	4,1	140°	1/2" NPT	8
												TYCO	D3	4,1	110°	1/2" NPT	10

TRANSFORMADOR 2	67-35-02	X		TYCO	DV-5	6"	Eléctrico	TYCO	BFV-N	MARIPOSA	TYCO	D3	4,1	140°	1/2" NPT	8
											TYCO	D3	4,1	110°	1/2" NPT	10
TRANSFORMADOR 3	268-35-001	X		TYCO	DV-5	6"	Eléctrico	TYCO	BFV-N	MARIPOSA	TYCO	D3	4,1	140°	1/2" NPT	6
											TYCO	D3	4,1	95°	1/2" NPT	12
TRANSFORMADOR 4	168-35-001	X		TYCO	DV-5	6"	Eléctrico	TYCO	BFV-N	MARIPOSA	TYCO	D3	4,1	140°	1/2" NPT	4
											TYCO	D3	4,1	95°	1/2" NPT	14

### 3.2.7 Edificios

En la Tabla 13 y Tabla 14 se describe las principales características del sistema de detección y extinción de los Edificios existentes en Planta Arauco. En la primera columna de las tablas se identifica el Edificio.

La Tabla 13 identifica el tipo de detección, que en este caso son todos a través de sprinkler, a excepción de la bodega de azufre D-1, que detecta a través de un detector de llama. Al costado derecho se describen las características del sprinkler.

**Tabla 13 Descripción del sistema de detección de Edificios**

IDENTIFICACIÓN	Tipo de detección				Temperatura (°C)	SPRINKLERS / SPRINKLERS PILOTO						
	Cable Térmico	Sprinkler	Sprinkler Piloto	Otro		Marca	Modelo / Tipo	Factor K	Temperatura (°C)	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad
<b>EDIFICIOS</b>												
EDIFICIO PREPARACION MADERA L-II SALA DE TRANSFORMADORES		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	6
EDIFICIO PLANTA DE LODO SALA DE TRANSFORMADORES		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	4
EDIFICIO DESCORTEZADOR L-I		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	9
EDIFICIO HARNERO L-II		X			68	TYCO	MONTANTE	5,6	68	N/A	1/2" NPT	28
EDIFICIO HARNERO L-II SALA TRANSFORMADORES		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	6
EDIFICIO HARNERO L-I		X			68	TYCO	MONTANTE	5,6	68	N/A	1/2" NPT	32
EDIFICIO PICADOR DE CORTEZAS L-I		X			68	TYCO	MONTANTE	5,6	68	N/A	1/2" NPT	32
EDIFICIO HORNO CAL Y CAUSTIFICACIÓN L-II SALA DE TRANSFORMADORES		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	6
EDIFICIO S.E.E. ÁREA QUÍMICA SALA DE TRANSFORMADORES		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	6
EDIFICIO MÁQUINA L-II		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	480
EDIFICIO FIBRA L-II SALA DE TRANSFORMADORES		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	34
EDIFICIO MAESTRANZA		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	140
EDIFICIO ADMINISTRACIÓN		X			93	TYCO	COLGANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	96

EDIFICIO ADMINISTRACIÓN SALA ARCHIVO TECNICO		X			57	TYCO	COLGANTE	5,6	57	N/A	1/2" NPT	36
EDIFICIO S.E.E. EFLUENTES SALA DE TRANSFORMADORES		X			93	RELIABLE	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	6
BODEGA AZUFRE D-1					N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

N/A: No aplica

La Tabla 14 señala las características de la válvula de extinción, que para este caso son del tipo Alarma para todos los Edificios a excepción de la bodega de azufre D-1, que extingue a través de una válvula de Diluvio. En la última columna se describen las principales características de los rociadores asociados a la válvula de Diluvio de la bodega de azufre D-1.

**Tabla 14 Descripción del sistema de extinción de Edificios**

IDENTIFICACIÓN	VALVULA DE EXTINCIÓN						VALVULA DE CORTE			ROCIADORES						
	Tipo		TAG	Marca	Modelo	Diámetro	Trim	Marca	Modelo	Tipo	Marca	Modelo	Factor K	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad
	Diluvio	Alarma														
<b>EDIFICIOS</b>																
EDIFICIO PREPARACION MADERA L-II SALA DE TRANSFORMADORES		X		VIKING	G6000-P	3"	Hidráulico	NIBCO	FIRE MAIN	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
EDIFICIO PLANTA DE LODO SALA DE TRANSFORMADORES		X		VIKING	G6000-P	3"	Hidráulico	NIBCO	FIRE MAIN	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
EDIFICIO DESCORTEZADOR L-I		X		TYCO	AV-1	4"	Hidráulico	STOCKHAM	J33	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
EDIFICIO HARNERO L-II		X		VIKING	G6000-P	4"	Hidráulico	NIBCO	FIRE MAIN	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
EDIFICIO HARNERO L-II SALA TRANSFORMADORES		X		VIKING	G6000-P	3"	Hidráulico	NIBCO	FIRE MAIN	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
EDIFICIO HARNERO L-I		X		TYCO	AV-1	4"	Hidráulico	NIBCO	FIRE MAIN	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
EDIFICIO PICADOR DE CORTEZAS L-I		X		VIKING	G6000-P	4"	Hidráulico	UNITED	2030	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
EDIFICIO HORNO CAL Y CAUSTIFICACIÓN L-II SALA DE TRANSFORMADORES		X		RELIABLE	RASCO	3"	Hidráulico	NIBCO	FIRE MAIN	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
EDIFICIO S.E.E. ÁREA QUÍMICA SALA DE TRANSFORMADORES		X		RELIABLE	RASCO	3"	Hidráulico	JENKING	MSS-SP	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
EDIFICIO MÁQUINA L-II		X		TYCO	AV-1	6"	Hidráulico	NIBCO	FIRE MAIN	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
EDIFICIO FIBRA L-II SALA DE TRANSFORMADORES		X		TYCO	AV-1	6"	Hidráulico	NIBCO	FIRE MAIN	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
EDIFICIO MAESTRANZA		X		TYCO	AV-1	6"	Hidráulico	NIBCO	FIRE MAIN	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
EDIFICIO ADMINISTRACIÓN		X		TYCO	AV-1	6"	Hidráulico	UNITED	2030	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
EDIFICIO ADMINISTRACIÓN SALA ARCHIVO TECNICO		X		GLOBE	H-1	3"	Hidráulico	WEILONG	ENJS1050	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
EDIFICIO S.E.E. EFLUENTES SALA DE TRANSFORMADORES		X		VIKING	H-2	3"	Hidráulico	NIBCO	FIRE MAIN	COMPUERTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
BODEGA AZUFRE D-1	X		183-73-030	VICTAULIC	FireLock NXT S/769	6"	Eléctrico	VICTAULIC	S/705	MARIPOSA	VICTAULIC	V-12	4,1	65°	1/2" NPT	28

N/A: No aplica.

### 3.2.8 Plantas de Metanol

En la Tabla 15 y Tabla 16 se describe las principales características del sistema de detección y extinción de las Plantas de Metanol existentes en Planta Arauco. En la primera columna de las tablas se identifica la Planta de Metanol.

La Tabla 15 identifica el tipo de detección, que en este caso para las dos Plantas es a través de sprinkler piloto y al costado derecho se describen las características del sprinkler piloto.

**Tabla 15 Descripción del sistema de detección de Plantas de Metanol**

IDENTIFICACIÓN	Tipo de detección				Temperatura (°C)	SPRINKLERS / SPRINKLERS PILOTO						
	Cable Térmico	Sprinkler	Sprinkler Piloto	Otro		Marca	Modelo / Tipo	Factor K	Temperatura (°C)	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad
<b>PLANTAS DE METANOL</b>												
PLANTA METANOL L-I			X		78	S/INFO	S/INFO	S/INFO	78	N/A	1/2" NPT	S/INFO
PLANTA METANOL L-II			X		78	S/INFO	S/INFO	S/INFO	78	N/A	1/2" NPT	S/INFO

S/INFO: Sin información

La Tabla 16 señala las principales características de la válvula de extinción, que para este caso son del tipo Diluvio en las dos Plantas. En la última columna se describen las principales características de los rociadores asociados a la válvula de Diluvio.

**Tabla 16 Descripción del sistema de extinción de Plantas de Metanol**

IDENTIFICACIÓN	VALVULA DE EXTINCIÓN							VALVULA DE CORTE			ROCIADORES					
	Tipo		TAG	Marca	Modelo	Diámetro	Trim	Marca	Modelo	Tipo	Marca	Modelo	Factor K	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad
	Diluvio	Alarma														
<b>PLANTAS DE METANOL</b>																
PLANTA METANOL L-I	X			TYCO	DV-5	6"	Hidráulico	KENNEDY	KS-FW	COMPUERTA	TYCO	D3	2,3	S/INFO	S/INFO	48
PLANTA METANOL L-II	X			TYCO	DV-5	6"	Hidráulico	KENNEDY	KS-FW	COMPUERTA	TYCO	D3	2,3	S/INFO	S/INFO	48

S/INFO: Sin información.

Observación:

Existen casillas que no tienen información. Se requiere recopilar dicha información para completar los repuestos que faltan. En el tiempo que se estuvo en Planta realizando este trabajo la información no se pudo reunir, dado que el área es de difícil acceso, por lo cual se debe completar en la próxima PGP.

### 3.2.9 Estanques de trementina

En la Tabla 17 y Tabla 18 se describe las principales características del sistema de detección y extinción de los Estanques de trementina existentes en Planta Arauco. En las primeras columnas de las tablas se identifican los dos Estanques de trementina cuyos TAG son 241-22-120 y 241-22-121.

La Tabla 17 identifica el tipo de detección, para lo cual los estanques tienen dos tipos de detección, a través de sprinkler piloto o a través de detección por panel eléctrico. Al costado derecho se describen las características del sprinkler piloto.

**Tabla 17 Descripción del sistema de detección de Estanques de trementina**

IDENTIFICACIÓN	TAG	Tipo de detección				Temperatura (°C)	SPRINKLERS / SPRINKLERS PILOTO						
		Cable Térmico	Sprinkler	Sprinkler Piloto	Otro		Marca	Modelo / Tipo	Factor K	Temperatura (°C)	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad
<b>ESTANQUES DE TREMENTINA</b>													
TK'S TREMENTINA	241-22-120/121				Eléctrica	68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
PRETIL TK'S TREMENTINA CON FOAM-MAKERS	241-22-120/121			X		68	TYCO	FTR-1	5,6	68	N/A	1/2" NPT	60

N/A: No aplica

La Tabla 18 señala las características de la válvula de extinción, que en este caso para los dos Estanques existen dos válvulas de Diluvio. En la última columna se describen las principales características de los rociadores asociados a la válvula de Diluvio.



TK PETRÓLEO DIARIO L-1	61-22-02			X		68	TYCO	FTR-1	5,6	68	N/A	1/2" NPT	48
TK PETRÓLEO DIARIO L-2	261-22-011			X		68	TYCO	FTR-1	5,6	68	N/A	1/2" NPT	16

N/A: No aplica.

La Tabla 20 señala las características de la válvula de extinción, que para este caso son del tipo Diluvio en todos los Estanques de petróleo. En la última columna se describen las principales características de los rociadores asociados a la válvula de Diluvio.

**Tabla 20 Descripción del sistema de extinción de Estanques de petróleo**

IDENTIFICACIÓN	TAG	VALVULA DE EXTINCIÓN							VALVULA DE CORTE			ROCIADORES					
		Tipo		TAG	Marca	Modelo	Diámetro	Trim	Marca	Modelo	Tipo	Marca	Modelo	Factor K	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad
		Diluvio	Alarma														
<b>ESTANQUES DE PETROLEO</b>																	
TK PETRÓLEO ALMACENAMIENTO MANTO L-1	61-22-01	X		061-73-101	TYCO	DV-5	8"	Hidráulico	TYCO	BFV-N	MARIPOSA	TYCO	D3	5,6	140°	1/2" NPT	96
TK PETRÓLEO ALMACENAMIENTO TECHO L-1	61-22-01	X		061-73-102	TYCO	DV-5	6"	Eléctrico	TYCO	BFV-N	MARIPOSA	TYCO	D3	7,2	160°	1/2" NPT	16
PRETIL TK PETRÓLEO ALMACENAMIENTO L-1	61-22-01	X		061-73-103	TYCO	DV-5	8"	Eléctrico	TYCO	BFV-N	MARIPOSA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
PRETIL TK PETRÓLEO DIARIO L-1	61-22-02	X		061-73-104	TYCO	DV-5	4"	Eléctrico	TYCO	BFV-N	MARIPOSA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
TK PETRÓLEO DIARIO L-1	61-22-02	X		061-73-105	TYCO	DV-5	6"	Hidráulico	TYCO	BFV-N	MARIPOSA	TYCO	D3	5,6	140°	1/2" NPT	48
												TYCO	D3	4,1	160°	1/2" NPT	7
TK PETRÓLEO DIARIO L-2	261-22-011	X			TYCO	DV-5	4"	Hidráulico	TYCO	BFV-N	MARIPOSA	TYCO	D3	3	140°	1/2" NPT	16
												TYCO	D3	1,2	160°	1/2" NPT	8

N/A: No aplica.

### 3.2.11 Estanques Área Química

En la Tabla 21 y Tabla 22 se describe las principales características del sistema de detección y extinción de los Estanques del Área Química existentes en Planta Arauco. En las primeras columnas de las tablas se identifica el Estanque del Área Química y su correspondiente TAG.

La Tabla 21 identifica el tipo de detección, que en este caso puede ser a través de sprinkler piloto, detector de temperatura o a través de panel eléctrico. Al costado derecho se describen las características del sprinkler piloto.

**Tabla 21 Descripción del sistema de detección de los Estanques del Área Química**

IDENTIFICACIÓN	TAG	Tipo de detección				Temperatura (°C)	SPRINKLERS / SPRINKLERS PILOTO						
		Cable Térmico	Sprinkler	Sprinkler Piloto	Otro		Marca	Modelo / Tipo	Factor K	Temperatura (°C)	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad
<b>ESTANQUES AREA QUIMICA</b>													
TK METANOL VERTICAL SECTOR TREMENTINA	250-23-249			X		68	VIKING	RESPUESTA RÁPIDA	5,6	68	N/A	1/2" NPT	10
TK BISULFITO SECTOR TREMENTINA	250-22-260				Eléctrica	68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
TK'S PERÓXIDO DE HIDRÓGENO ÁREA QUÍMICA	256-22-19/20			X		57	TYCO	FTR-1	5,6	57	N/A	1/2" NPT	32
TK ANHÍDRIDO SULFUROSO ÁREA QUÍMICA	256-22-113			X		57	TYCO	FTR-1	5,6	57	N/A	1/2" NPT	16
TK'S DIOXIDO DE CLORO ÁREA QUÍMICA	256-22-60/63			X		57	TYCO	FTR-1	5,6	57	N/A	1/2" NPT	96
TK'S DIOXIDO DE CLORO ÁREA QUÍMICA	256-22-61/62			X		57	TYCO	FTR-1	5,6	57	N/A	1/2" NPT	96
TK'S CLORATO DE SODIO	256-22-91/215			X		57	TYCO	FTR-1	5,6	57	N/A	1/2" NPT	32
TK'S CLORATO DE SODIO	256-22-88/89/90			X		57	TYCO	FTR-1	5,6	57	N/A	1/2" NPT	48
TK AUTONOMIA CLORATO DE SODIO SUR	256-22-217			X		57	VICTAULIC	MONTANTE	5,6	57	N/A	1/2" NPT	32
TK AUTONOMIA CLORATO DE SODIO NORTE	256-22-218			X		57	VICTAULIC	MONTANTE	5,6	57	N/A	1/2" NPT	32
PRETIL TK ALMACENAMIENTO METANOL ÁREA QUÍMICA	256-22-071				Eléctrica	68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
PRETIL TK ALMACENAMIENTO METANOL ÁREA QUÍMICA	256-22-071				Eléctrica	68	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
TK ALMACENAMIENTO METANOL ÁREA QUÍMICA	256-22-071			X		68	TYCO	FTR-1	5,6	68	N/A	1/2" NPT	16
TK ALMACENAMIENTO METANOL ZONA BOMBAS ÁREA QUÍMICA	256-22-071			X		68	TYCO	FTR-1	5,6	68	N/A	1/2" NPT	18
PRETIL TK ALMACENAMIENTO METANOL ÁREA QUÍMICA CON FOAM-MAKERS	256-22-071			X		68	TYCO	FTR-1	5,6	68	N/A	1/2" NPT	27
TK ALMACENAMIENTO METANOL ÁREA QUÍMICA CON CAMARA DE ESPUMA	256-22-071				Detector temperatura	70	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

N/A: No aplica.

La Tabla 22 señala las características de la válvula de extinción, que para este caso son del tipo Diluvio en todos los Estanques del Área Química. En la última columna se describen las principales características de los rociadores asociados a la válvula de Diluvio.



**Tabla 22 Descripción del sistema de extinción de los Estanques del Área Química**

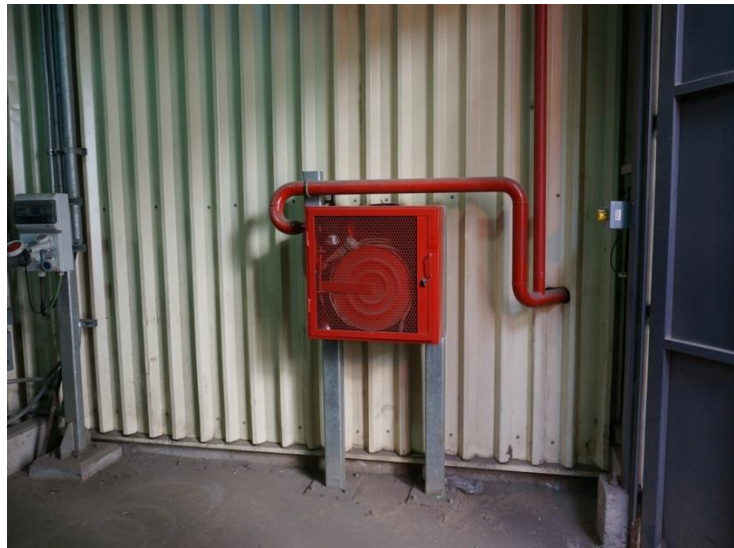
IDENTIFICACIÓN	TAG	VALVULA DE EXTINCIÓN							VALVULA DE CORTE			ROCIADORES					Cantidad	
		Tipo		TAG	Marca	Modelo	Diámetro	Trim	Marca	Modelo	Tipo	Marca	Modelo	Factor K	Angulo descarga	Hilo de Conexión		
		Diluvio	Alarma															
<b>ESTANQUES AREA QUIMICA</b>																		
TK METANOL VERTICAL SECTOR TREMENTINA	250-23-249	X			TYCO	DV-5	3"	Hidráulico	TYCO	BFV-N	MARIPOS A	VIKING	S/INFO	3	140 °	1/2" NPT	12	
TK BISULFITO SECTOR TREMENTINA	250-22-260	X		250-73-110	VICTAULI C	FireLock NXT S/769	6"	Eléctrico	VICTAULI C	S/705	MARIPOS A	VICTAULI C	V-12	3,2	180 °	1/2" NPT	49	
TK's PERÓXIDO DE HIDRÓGENO ÁREA QUÍMICA	256-22-19/20	X		256-73-401	VICTAULI C	FireLock NXT S/769	6"	Hidráulico	VICTAULI C	S/705	MARIPOS A	VICTAULI C	V-12	3,2	180 °	1/2" NPT	32	
												TYCO	D3	3	110 °	1/2" NPT	8	
TK ANHÍDRIDO SULFUROSO ÁREA QUÍMICA	256-22-113	X		256-73-410	VICTAULI C	FireLock NXT S/769	4"	Hidráulico	VICTAULI C	S/705	MARIPOS A	TYCO	D3	3	180 °	1/2" NPT	16	
												TYCO	D3	3	110 °	1/2" NPT	4	
TK's DIOXIDO DE CLORO ÁREA QUÍMICA	256-22-60/63	X		256-73-403	VICTAULI C	FireLock NXT S/769	6"	Hidráulico	VICTAULI C	S/705	MARIPOS A	TYCO	D3	3	180 °	1/2" NPT	96	
												TYCO	D3	3	110 °	1/2" NPT	8	
TK's DIOXIDO DE CLORO ÁREA QUÍMICA	256-22-61/62	X		256-73-402	VICTAULI C	FireLock NXT S/769	6"	Hidráulico	VICTAULI C	S/705	MARIPOS A	TYCO	D3	3	180 °	1/2" NPT	96	
												TYCO	D3	3	110 °	1/2" NPT	8	
TK's CLORATO DE SODIO	256-22-91/215	X		256-73-408	TYCO	DV-5	6"	Hidráulico	TYCO	BFV-N	MARIPOS A	TYCO	D3	3	180 °	1/2" NPT	64	
												TYCO	D3	3	110 °	1/2" NPT	8	
TK's CLORATO DE SODIO	256-22-88/89/90	X		256-73-409	TYCO	DV-5	6"	Hidráulico	TYCO	BFV-N	MARIPOS A	TYCO	D3	3	180 °	1/2" NPT	80	
												TYCO	D3	3	110 °	1/2" NPT	12	
TK AUTONOMIA CLORATO DE SODIO SUR	256-22-217	X		256-73-161	VICTAULI C	FireLock NXT S/769	6"	Hidráulico	VICTAULI C	S/705	MARIPOS A	VICTAULI C	V-12	1	95 °	1/2" NPT	32	
												VICTAULI C	V-12	1,8	125 °	1/2" NPT	4	
TK AUTONOMIA CLORATO DE SODIO NORTE	256-22-218	X		256-73-162	VICTAULI C	FireLock NXT S/769	6"	Hidráulico	VICTAULI C	S/705	MARIPOS A	VICTAULI C	V-12	1	95 °	1/2" NPT	32	
												VICTAULI C	V-12	1,8	125 °	1/2" NPT	4	
PRETIL TK ALMACENAMIENTO METANOL ÁREA QUÍMICA	256-22-071	X		256-73-301	VICTAULI C	FireLock NXT S/769	6"	Eléctrico	VICTAULI C	S/705	MARIPOS A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
PRETIL TK ALMACENAMIENTO METANOL ÁREA QUÍMICA	256-22-071	X		256-73-302	VICTAULI C	FireLock NXT S/769	6"	Eléctrico	VICTAULI C	S/705	MARIPOS A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
TK ALMACENAMIENTO METANOL ÁREA QUÍMICA	256-22-071	X		256-73-404	VICTAULI C	FireLock NXT S/769	6"	Hidráulico	VICTAULI C	S/705	MARIPOS A	TYCO	D3	3	180 °	1/2" NPT	8	
												TYCO	D3	4,1	180 °	1/2" NPT	16	
TK ALMACENAMIENTO METANOL ZONA BOMBAS ÁREA QUÍMICA	256-22-071	X		256-73-405	VICTAULI C	FireLock NXT S/769	3"	Hidráulico	VICTAULI C	S/705	MARIPOS A	TYCO	B-1 COLGANT E	3	N/A	1/2" NPT	10	
PRETIL TK ALMACENAMIENTO METANOL ÁREA QUÍMICA CON FOAM-MAKERS	256-22-071	X		256-73-406	VICTAULI C	FireLock NXT S/769	3"	Hidráulico	VICTAULI C	S/705	MARIPOS A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
TK ALMACENAMIENTO METANOL ÁREA QUÍMICA CON CAMARA DE ESPUMA	256-22-071	X		256-73-407	VICTAULI C	FireLock NXT S/769	2 1/2 "	Eléctrico	VICTAULI C	S/705	MARIPOS A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

N/A: No aplica.

### 3.3 Gabinetes

Gabinete: Consiste en un sistema de cañerías alimentadas con agua, que consta de una manguera con pitón enrollada en un carrete y cuya función es ser usada por personal entrenado en los primeros minutos del incendio, de manera de poder evitar que este aumente y destruya todo el lugar.

Celulosa Arauco cuenta con 265 Gabinetes instalados en toda la Planta, los cuales están conformados por válvula angular de 90°, tuerca storz, acoplamiento storz para manguera, manguera de 25 metros de largo y pitón con tuerca storz. Todos los equipos antes mencionados tienen un diámetro de 1 ½ pulgadas.



**Figura 5 Gabinete característico de Planta Arauco.**

### 3.4 Grifos

Grifo: Consiste en un sistema de cañerías alimentadas con agua, que cuenta con dos válvulas y cuya función es proveer de agua a mangueras que son conectadas por la Brigada de emergencia al momento de un incendio, de modo de proteger la infraestructura y a las personas.

Celulosa Arauco cuenta con 113 Grifos instalados en toda la Planta, los cuales están conformados por válvula de compuerta o válvula de bola, tuerca storz y tapa storz. Todos los equipos antes mencionados tienen un diámetro de 2 ½ pulgadas.



**Figura 6 Grifo característico de Planta Arauco.**

### **3.5 Bombas red de incendios**

Bomba de incendios: La bomba de incendio toma agua del Estanque y suministra agua al flujo y presión requeridos por los sistemas de protección contra incendios. Las bombas de incendio tienen caudales nominales de 25 gpm a 5000 gpm y con presiones que varían entre 40 psi y 400 psi. La bomba de incendio por su parte puede estar impulsada por un motor eléctrico o diésel.

Bomba Jockey: La bomba Jockey se utiliza para mantener presurizada la red de incendio, compensando las posibles fugas que puede haber en ella y evitando que trabajen las bombas principales.

#### **3.5.1 Descripción de bombas y motores de incendio**

La NFPA 20 señala que las bombas, motores eléctricos, motores diésel, paneles controladores eléctricos y paneles controladores diésel, deben estar certificadas para su uso en la protección contra incendios, a excepción de bomba Jockey que no necesita certificación.

En la instalación en Planta los equipos que son certificados UL (Underwriters Laboratories) y FM (Factory Mutual) corresponden al motor diésel y al panel controlador del motor diésel, mientras que los equipos que no son certificados son la bomba diésel, las dos bombas eléctricas y motores eléctricos y sus correspondientes paneles controladores.

**Tabla 23 Bombas red de incendio**

Tipo	TAG	Marca	Modelo	Presión nominal (psi)	Caudal nominal (gpm)	Diámetro de succión (in)	Diámetro de descarga (in)
Centrifuga Horizontal	223-21-002	MACKLEY	T.S.C 10/8	125,5	1489	10	8
Centrifuga Horizontal	223-21-003	MACKLEY	T.S.C 10/8	125,5	1489	10	8
Centrifuga Horizontal	223-21-004	MACKLEY JOCKEY	T.S.C 3*2 1/2	125,5	50,5	3	2 1/2
Centrifuga Horizontal	223-21-001	FAIRBANKS MORSE	8"-2824 A	130	2377,8	10	8

**Tabla 24 Motores red de incendio**

Tipo	TAG	Marca	Tamaño / Modelo	Potencia (HP)	Potencia (kW)	RPM
Eléctrico	223-31-002	SIEMENS	315 M	177	132	1500
Eléctrico	223-31-003	SIEMENS	315 M	177	132	1500
Eléctrico	223-31-004	ENGLISH ELECTRIC	D 160 M	20,1	15	3000
Diésel	223-51-001	CUMMINS	NT 855 F4	320,5	239	1770



**Figura 7 Bomba 223-21-001 y motor 223-51-001 instalado en Planta Arauco.**



**Figura 8 Bomba 223-21-003 y motor 223-31-003 instalado en Planta Arauco (la Bomba 223-21-002 y el motor 223-31-002 son homólogos a la Figura 8).**



**Figura 9 Bomba 223-21-004 y motor 223-31-004 instalado en Planta Arauco.**

### 3.5.2 Curvas características de Bombas

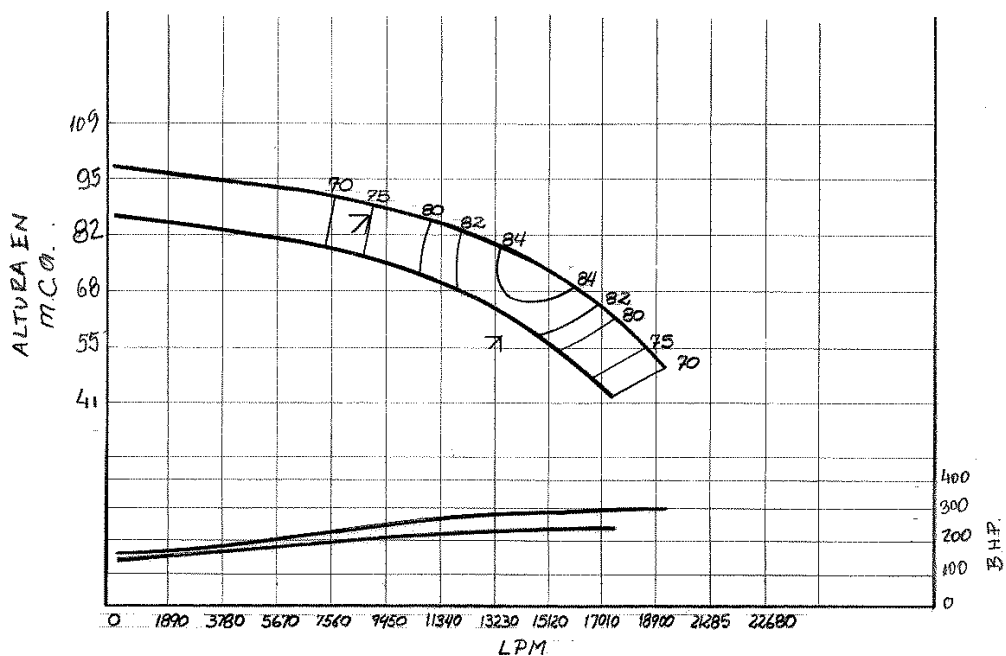


Figura 10 Curva característica de Bomba Diésel 223-21-001

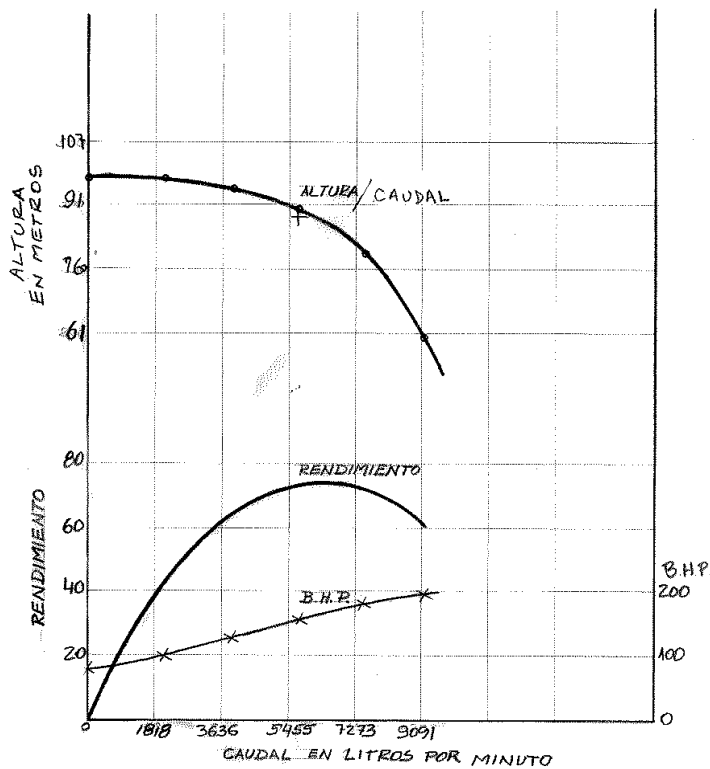
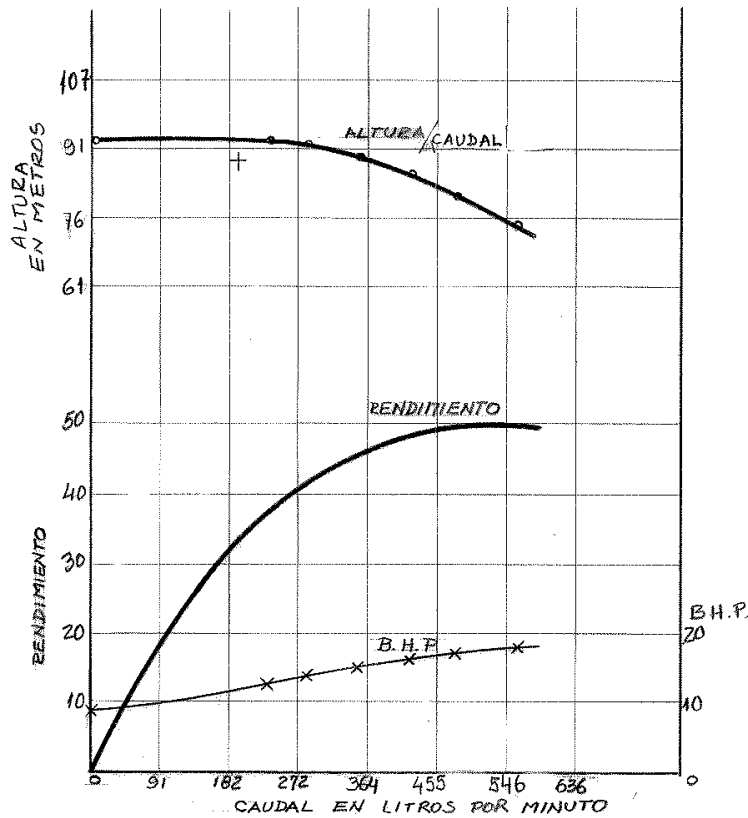


Figura 11 Curva característica de Bombas eléctricas 223-21-002 y 223-21-003



**Figura 12** Curva característica de Bomba Jockey 223-21-004

### 3.5.3 Funcionamiento actual de las bombas de incendio

El proceso normal de la Planta consiste en lo siguiente:

- La bomba Jockey (223-21-004) se encuentra detenida y con las válvulas de descarga y recirculación cerradas.
- De las dos Bombas eléctricas (223-21-002 y 223-21-003), una siempre está en servicio y en modo manual, mientras que la otra bomba eléctrica se mantiene en modo automático, de modo que cuando disminuya la presión a menos de 87 psi (6 bar) funcionen las dos bombas eléctricas de forma simultánea.
- La Bomba con motor Diésel (223-21-001) se encuentra en modo automático y funciona de apoyo en caso de que baje demasiado la presión, es decir menor a 58 psi (4 bar).

- Las válvulas de la línea de recirculación de las bombas eléctricas y diésel, se mantienen abiertas.
- Para registrar la presión de descarga de la red de incendio, la bomba 223-21-002 tiene un transmisor de presión después de la válvula de corte, que envía la señal de presión a la sala de control.
- Existe un estanque de petróleo para el motor diésel que contiene 2000 litros, el cual le da una autonomía a la bomba diésel en caso de emergencia de 50 horas.

### 3.5.4 Desempeño de bombas de incendio en fábrica y en terreno.

De acuerdo a NFPA 20, las bombas de incendio deben operar de la siguiente manera:

- Las bombas deberán proporcionar no menos del 150% del caudal nominal a una presión no inferior al 65% de la presión nominal.
- Bajo condiciones de flujo cero, la presión no debe exceder un 140% de la presión nominal del equipo.

#### Revisión del desempeño de bombas de incendio en fábrica

De la curva característica de la Bomba diésel se obtienen los siguientes datos:

Condición de la Curva	Q (gpm)	P (psi)
De no flujo	0	140
De flujo nominal	2377,8	130
A 150% de flujo nominal	3566,7	112,8

- Para un 150% del caudal nominal, la bomba trabaja aproximadamente a un 87% de la presión nominal, por lo cual la bomba diésel cumple con el primer punto.
- Para la condición de flujo cero, la bomba trabaja aproximadamente a un 108% de la presión nominal, por lo cual la bomba diésel cumple con el segundo punto.



De la curva característica de las Bombas eléctricas se obtienen los siguientes datos:

Condición de la Curva	Q (gpm)	P (psi)
De no flujo	0	140
De flujo nominal	1489	125,5
A 150% de flujo nominal	2233,5	100,46

- Para un 150% del caudal nominal, las bombas trabajan aproximadamente a un 80% de la presión nominal, por lo cual las bombas eléctricas cumplen con el primer punto.
- Para la condición de flujo cero, las bombas trabajan aproximadamente a un 112% de la presión nominal, por lo cual las bombas eléctricas cumplen con el segundo punto.

### Revisión del desempeño de bombas de incendio en terreno

La empresa RMC Engineering Solutions, en el año 2012 realizó pruebas de flujo a las bombas de incendio instaladas en Planta Arauco.

De la Bomba diésel se obtienen los siguientes datos:

Condición de la Curva	Q (gpm)	P (psi)
De flujo nominal	2377,8	130
A 150% de flujo nominal	3566,7	110

- Para un 150% del caudal nominal, la bomba trabaja aproximadamente a un 85% de la presión nominal, por lo cual la bomba diésel cumple con el primer punto.

De las Bombas eléctricas se obtienen los siguientes datos:

Condición de la Curva	Q (gpm)	P (psi)
De flujo nominal	1489	125,5
A 150% de flujo nominal	2233,5	73,7

- Para un 150% del caudal nominal, las bombas trabajan aproximadamente a un 59% de la presión nominal, por lo cual las bombas eléctricas no cumplen con el primer punto.

## CAPÍTULO IV

### MARCO TEÓRICO

En este capítulo se describen los conceptos básicos y conceptos generales para entender la importancia de mantener confiables los sistemas de protección contra incendios.

#### 4.1 Conceptos básicos

**Fuego:** Se define como una combustión, es decir una reacción química de oxidación entre un combustible, que es una sustancia capaz de arder y consumirse (papel, madera, gas propano, plástico, gasolina, etc.), más un comburente, el cual es el encargado de oxidar el combustible favoreciendo la combustión (oxígeno, aire, peróxidos, etc.) y todo esto en combinación con una fuente de calor o energía de activación (llama o chispa). Estos tres elementos forman lo que se denomina el triángulo de fuego, el cual es la base para comprender y extinguir el fuego. Si faltase uno de los tres elementos del triángulo del fuego, la combustión no puede producirse y por ende no hay fuego.



**Figura 13 Triángulo del fuego**

**Métodos de extinción del fuego:** Los métodos están basados en la eliminación de uno o más de los elementos del triángulo del fuego y de la reacción en cadena. Entre los métodos de extinción tenemos los siguientes:

- a) **Enfriamiento:** Con este método se busca reducir la temperatura de los combustibles para romper el equilibrio térmico y así lograr disminuir el calor y por consiguiente la extinción. Uno de los agentes extintores más usados es el agua, dado que es el que más absorbe el calor por volumen.

- b) Sofocación: Esta técnica consiste en desplazar el oxígeno presente en la combustión, tapando el fuego por completo y de esta forma evitar su contacto con el oxígeno del aire. Para esto se utilizan materiales incombustibles, tales como una manta ignífuga, arena, espuma, etc.
- c) Segregación: Consiste en eliminar o aislar el material combustible que se quema, usando dispositivos de corte de flujo o barreras de aislación, ya que de esta forma el fuego no encontrará más elementos con que mantenerse.
- d) Inhibición de la reacción en cadena: Esta técnica consiste en interferir la reacción química del fuego, mediante un agente extintor como son el polvo químico seco o el dióxido de carbono.

**Incendio:** Se conoce como el fuego descontrolado que abrasa algo que no estaba destinado a quemarse. A su vez un incendio es potencialmente peligroso, ya que puede causar daños a través de la quema de bienes, que puede afectar la producción y a las personas.

#### **4.2 Conceptos generales**

**NFPA (National Fire Protection Association):** Es una organización internacional sin fines de lucro, fundada en Estados Unidos en 1896, encargada de crear y mantener las normas y requisitos mínimos para la prevención contra incendio, así también capacitación, instalación y uso de medios de protección contra incendio, utilizados tanto por bomberos, como por el personal encargado de la seguridad.

**NFPA 25 (Norma para inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios a base de agua):** El objetivo de la NFPA 25 es proporcionar las condiciones que aseguren un grado razonable de protección de la vida y de la propiedad, en lo que se refiere a incendios. Esto se logra a través de actividades periódicas de inspección, prueba y de mantenimiento para sistemas de protección contra incendios. La aplicación de las actividades ayuda a garantizar la operación exitosa de dichos sistemas.

**UL (Underwriters Laboratories):** Es una organización de certificación de productos sin fines de lucro e independiente que viene sometiendo productos a prueba desde hace más de 120 años. En el año 2016 UL sometió a pruebas a aproximadamente 96.000 tipos de productos. En el mundo, la familia de empresas UL y su red de proveedores de servicios incluyen 170 laboratorios para efectuar

pruebas y emitir certificaciones. Hoy en día UL infunde a clientes, reguladores, distribuidores y consumidores confianza y tranquilidad sobre los productos que emplean.

**FM (Factory Mutual):** Es un organismo internacional con más de un siglo de experiencia, que realiza pruebas en laboratorios de última generación y certifica que los productos cumplan con la calidad y el rendimiento técnico que los hacen aptos para trabajar.

**Confiabilidad:** En este proyecto la confiabilidad se sustenta de dos maneras:

- En primer lugar, la confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo o sistema opere sin falla por un determinado periodo de tiempo bajo condiciones de operación previamente establecidas. Este punto se cumple mediante la realización de rutinas periódicas de inspección, prueba y mantenimiento a los sistemas de protección contra incendios, las cuales tienen un carácter preventivo, es decir de evitar que ocurran fallas y lograr a su vez que los sistemas operen de manera correcta. También cabe señalar que las rutinas de inspección, prueba y mantenimiento se realizaron con base en la NFPA 25, lo cual aporta a la confiabilidad, dado que es una norma reconocida a nivel internacional y tiene más de 100 años de prestigio en la prevención de incendios.
- En segundo lugar, la confiabilidad se sustenta en base a la disponibilidad de los repuestos de los distintos sistemas de protección contra incendios. Esto quiere decir que se debe tener siempre la misma cantidad de repuestos establecida previamente en bodega, de modo que cuando se utilicen se repongan a la brevedad. Además otro criterio que aporta confiabilidad es que los repuestos deben estar certificados por UL (Underwriters Laboratories) y FM (Factory Mutual).

**Base de datos:** Se puede definir como un conjunto de información relacionada, que se encuentra agrupada o estructurada. La base de datos permite almacenar y gestionar gran cantidad de información. En este proyecto la base de datos se crea a través del software Microsoft Excel, el cual contiene un levantamiento de los diferentes sistemas de protección existentes en Planta y los componentes relacionados con dicho sistema. Además los componentes tienen asociadas frecuencias de realización de actividades de inspección, prueba y mantenimiento, lo cual permite planificar cuando se van a llevar a cabo las actividades.

## **CAPÍTULO V**

### **PLAN DE TRABAJO**

#### **5.1 Definición de rutinas de inspección, prueba, mantenimiento y sus frecuencias.**

La definición de las rutinas de inspección, prueba y mantenimiento para los sistemas de protección contra incendios, toma como guía la norma NFPA 25. Las rutinas son de carácter preventivo, es decir tratan de evitar que ocurran fallas y a su vez verifican el correcto funcionamiento de los sistemas. Esto permite que los sistemas de protección operen de manera exitosa ante alguna catástrofe.

**Rutinas:** Las rutinas corresponden a hojas que contienen información sobre el tipo de actividad a realizar, que puede ser inspección, prueba o mantenimiento y la operación a realizar en dicha actividad. A su vez la hoja señala la frecuencia de realización de las actividades. Finalmente cuando se realicen las actividades, la hoja trae un espacio para llenar si el equipo o parte del equipo está Bien, Mal, No Aplica o requiere algún tipo de Observación. Si en las actividades realizadas se encuentran deficiencias, partes dañadas o inoperantes, se deben corregir a la brevedad.

A continuación se define que es inspección, prueba y mantenimiento:

- **Inspección:** Corresponde a un examen visual del sistema o parte de éste, para comprobar que está en buenas condiciones de operación y libre de daños físicos.
- **Prueba:** Es un procedimiento que se realiza a piezas o al equipo, para determinar que está operativo y cumple con la función por la cual fue diseñado. Los resultados de las pruebas siempre deben acompañarse con las pruebas iniciales (en caso de disponer de ellas), o con las pruebas más recientes, con el fin de disponer de parámetros para analizar el sistema.
- **Mantenimiento:** Corresponde al trabajo necesario para mantener el equipo operativo. El mantenimiento que aplica la norma NFPA 25 es un mantenimiento preventivo, dado que son actividades realizadas para adelantarse a la ocurrencia de fallas.

#### **Responsabilidad de Celulosa Arauco**

Celulosa Arauco es responsable de los siguientes puntos:

- Es responsable de todos los procedimientos de inspección, prueba, y mantenimiento, con

base en la NFPA 25.

- Las actividades de inspección, prueba y mantenimiento deben ser realizadas por personal calificado.
- Celulosa Arauco puede delegar la autoridad para la inspección, prueba y mantenimiento de los sistemas de protección contra incendios.
- Celulosa Arauco es responsable de notificar a las entidades apropiadas (Brigada de emergencia, jefe del Área), cuando se realice algún procedimiento de prueba o mantenimiento.
- Es responsabilidad de Celulosa Arauco corregir deficiencias, partes dañadas o inoperantes como resultado de inspecciones, pruebas y mantenimientos. Las correcciones deben ser hechas por personal calificado.
- Es responsabilidad de Celulosa Arauco mantener los registros de las inspecciones, pruebas y mantenimientos, para poder tenerlos a disposición cuando se requieran.
- Celulosa Arauco debe garantizar que todas las actividades de inspección, prueba y mantenimiento se realicen de manera segura, cuidando la integridad del personal y de los equipos en los que se trabaja.

Las rutinas de inspección, prueba y mantenimiento se aplican en los siguientes sistemas de protección contra incendios:

- a) Sistemas de detección y extinción automáticos.
- b) Gabinetes.
- c) Grifos.
- d) Bombas de incendio.

**5.1.1 Sistemas de detección y extinción automáticos.**

La Tabla 25 muestra un resumen de la Tabla 39 Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de los Sistemas de detección y extinción automáticos, ubicada en el ANEXO A.

**Tabla 25 Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento de los Sistemas de detección y extinción automáticos.**

INSPECCIÓN		PRUEBA		MANTENIMIENTO	
COMPONENTES	FRECUENCIA	COMPONENTES	FRECUENCIA	COMPONENTES	FRECUENCIA
SPRNKLER Y SPRINKLER PILOTO	ANUAL	SPRINKLERS Y SPRINKLER PILOTO	10 AÑOS	FILTRO	ANUAL
SPRNKLER Y SPRINKLER PILOTO DE REPUESTO	ANUAL	MANÓMETROS	5 AÑOS	MONITORES	ANUAL
ROCIADORES	ANUAL	DISPOSITIVOS DE ALARMA	SEMESTRAL		
ROCIADORES DE REPUESTO	ANUAL		TRIMESTRAL		
TUBERÍAS Y CONEXIONES	ANUAL	VÁLVULA DE ALARMA	ANUAL		
ABRAZADERAS Y SOPORTES SÍSMICOS	ANUAL	VÁLVULA DE CORTE	SEMESTRAL		
MANÓMETROS	MENSUAL		ANUAL		
DISPOSITIVOS DE ALARMA	TRIMESTRAL	VÁLVULA DE DILUVIO	ANUAL		
CONEXIÓN DE BRIGADA	TRIMESTRAL				
MONITORES	SEMESTRAL				
VÁLVULA DE CORTE	MENSUAL				
VÁLVULA DE ALARMA	MENSUAL				
	5 AÑOS				
VÁLVULA DE RETENCIÓN	MENSUAL				
	5 AÑOS				
VÁLVULA DE DILUVIO	MENSUAL				
	5 AÑOS				

**Pruebas:** Antes de realizar cualquier prueba, se debe notificar a todos los organismos competentes de que la actividad se va a llevar a cabo. En todas las pruebas se requiere la asistencia de personal calificado.

**Prueba Anual de la Válvula de Diluvio:**

La prueba se realiza accionando el pulsador manual de descarga de la válvula de Diluvio, para luego observar los patrones de descarga de agua de todos los rociadores, de manera de verificar que no

están obstruidos por taponamiento y que están correctamente direccionados. Cuando se presentan obstrucciones, se debe limpiar la tubería y los rociadores y se debe volver a probar el sistema.

Además se debe registrar una lectura de presión residual en el manómetro de suministro de la válvula de Diluvio, para verificar que el suministro de agua es el adecuado. La lectura debe compararse con la presión de diseño hidráulico o con la prueba anterior.

### **Prueba Anual de la Válvula de Alarma:**

Se debe realizar anualmente una prueba de drenaje de la tubería principal de la válvula de Alarma, para determinar si ha habido cambio en el suministro de agua. La prueba debe realizarse de la siguiente manera:

- 1) Registrar la presión indicada en el manómetro de suministro de agua.
- 2) Cerrar la válvula de control de alarma.
- 3) Abrir completamente la válvula de drenaje principal.
- 4) Después de que el flujo se ha estabilizado, registre la presión residual (con flujo) que indica el manómetro de suministro de agua.
- 5) Cierre la válvula de drenaje principal lentamente.
- 6) Abrir la válvula de control de alarma.
- 7) Compare la lectura de la presión residual que acaba de anotar con la presión residual de diseño o de pruebas anteriores del drenaje principal. Cuando hay una reducción igual o mayor del 10% en la presión residual, se debe identificar la causa y corregir si es necesario.

### **Causas de pérdida en el suministro de agua:**

Las pruebas de flujo se llevan a cabo para verificar que el suministro de agua para la válvula de Diluvio o válvula de Alarma todavía está disponible y que todos los dispositivos que podrían restringir el flujo hacia éstas están operando correctamente. Estos dispositivos pueden ser los siguientes:

- Válvulas de retención con la clapeta pegada a su asiento.



- Válvulas de corte parcial o totalmente cerradas.
- Filtro bloqueado o sucio.
- Tuberías con daños físicos u obstrucciones.

Si los dispositivos funcionan de manera correcta, el problema podría estar en la propia válvula, dado que es posible que pueda estar bloqueada o sucia.

#### **Observaciones y recomendaciones:**

- Se debe tener cuidado de que los sistemas de detección y extinción automáticos no tengan obstrucciones en su acceso, como es el caso de algún objeto o de arbustos cercanos que pueden impedir la manipulación de los sistemas.
- Según lo visto en terreno, existe gran cantidad de manómetros en los sistemas automáticos de Diluvio y de Alarma que no marcan la presión correcta, por ende estos pueden estar descalibrados o netamente malos.

#### **5.1.1.1 Repuestos de sprinklers, sprinkler piloto y rociadores, de acuerdo a la NFPA 25.**

La NFPA 25 tiene una serie de exigencias de acuerdo a los repuestos de sprinklers, sprinkler piloto y rociadores, los cuales se señalan a continuación:

- Deben incluir todos los tipos y clasificaciones instalados en Planta, para la cantidad que se muestra en la siguiente tabla:

Cantidad Actual (X)	Cantidad de repuestos
$X < 300$	6
$300 \leq X \leq 1000$	12
$X > 1000$	24

- Los repuestos se deben guardar en un gabinete, ubicado en un lugar donde la temperatura a la que están sujetos no exceda en ningún momento los 38°C. Además el gabinete debe contener una llave especial para cada tipo de repuesto almacenado, que se usara para retirar e instalar los repuestos del sistema.

- En el gabinete se debe fijar una lista de los sprinkler y sprinkler piloto de repuesto, que debe incluir lo siguiente:
  - a) Marca, Modelo o tipo, factor K, temperatura de activación e hilo de conexión.
  - b) Cantidad por cada tipo de repuesto que debe estar contenido en el gabinete.
  - c) Fecha de publicación o revisión de la lista.
  
- En el gabinete se debe fijar una lista de los rociadores de repuesto, que debe incluir lo siguiente:
  - a) Marca, Modelo, factor K, ángulo de descarga e hilo de conexión.
  - b) Cantidad por cada tipo de repuesto que debe estar contenido en el gabinete.
  - c) Fecha de publicación o revisión de la lista.

### 5.1.2 Gabinetes.

La Tabla 26 muestra un resumen de la Tabla 40 Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Gabinetes, ubicada en el ANEXO B.

**Tabla 26 Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Gabinetes.**

INSPECCIÓN		PRUEBA		MANTENIMIENTO	
COMPONENTES	FRECUENCIA	COMPONENTES	FRECUENCIA	COMPONENTES	FRECUENCIA
TUBERÍA DEL GABINETE	ANUAL	VÁLVULAS PARA MANGUERAS	3 AÑOS	VÁLVULAS PARA MANGUERAS	3 AÑOS
SOPORTE	ANUAL				
MANGUERAS	ANUAL				
PITÓN	ANUAL				
GABINETES	ANUAL				
VÁLVULAS PARA MANGUERAS	TRIMESTRAL				

**Pruebas:** Antes de realizar cualquier prueba, se debe notificar a todos los organismos competentes de que la actividad se va a llevar a cabo. En todas las pruebas se requiere la asistencia de personal calificado.

#### **Prueba cada 3 Años de Válvula para manguera:**

Se deben probar abriendo y cerrando completamente las válvulas, para verificar que operan correctamente. Las válvulas que no operan fácilmente, no abren totalmente o se filtran se deben lubricar, reparar o reemplazar.

#### **Observaciones y recomendaciones:**

- Se debe instalar un dispositivo de regulación de presión para todos los gabinetes con válvulas para mangueras de 1 ½ pulgadas. El dispositivo de regulación de presión debe limitar la presión residual a 100 psi.
- Se debe tener cuidado de que los gabinetes no tengan obstrucciones en su acceso, como es el caso de algún objeto, de modo de actuar sin peligro y rápidamente en caso de algún incendio.

### 5.1.3 Grifos.

La Tabla 27 muestra un resumen de la Tabla 41 Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Grifos, ubicada en el ANEXO C.

**Tabla 27 Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Grifos.**

INSPECCIÓN		PRUEBA		MANTENIMIENTO	
COMPONENTES	FRECUENCIA	COMPONENTES	FRECUENCIA	COMPONENTES	FRECUENCIA
GRIFOS	ANUAL	GRIFOS	ANUAL	GRIFOS	ANUAL
			5 AÑOS		

**Pruebas:** Antes de realizar cualquier prueba, se debe notificar a todos los organismos competentes de que la actividad se va a llevar a cabo. En todas las pruebas se requiere la asistencia de personal calificado.

#### **Pruebas Anuales de Grifos:**

Cada grifo se debe abrir completamente y se debe dejar fluir el agua hasta que se hayan eliminado todas las materias extrañas. El flujo debe mantenerse por más de un minuto, hasta que el agua se aclare.

#### **Pruebas cada 5 Años de Grifos:**

Debe realizarse una prueba de flujo en el grifo hidráulicamente más remoto de cada zona, para verificar que el suministro de agua entrega la presión y el flujo requerido por diseño o pruebas anteriores.

Por diseño el Grifo hidráulicamente más remoto de cada zona debe proveer la tasa de flujo mínima de 250 gpm a una presión residual mínima de 100 psi.

De acuerdo al plano A0-3451-223-4-200, ubicado en el ANEXO F, se puede señalar que los grifos más alejados de las bombas contra incendios corresponden a los Grifos G-1, G-9, G-63, G-105 y G-107.

### **Causas de pérdida en el suministro de agua:**

La prueba de flujo se lleva a cabo para verificar que el suministro de agua para el grifo todavía está disponible y que todos los dispositivos que podrían restringir el flujo hacia el Grifo están operando correctamente. Estos dispositivos pueden ser los siguientes:

- Válvulas de retención con la clapeta pegada a su asiento.
- Válvulas de corte parcial o totalmente cerradas.
- Filtro bloqueado o sucio.
- Tuberías con daños físicos u obstrucciones.

Si los dispositivos funcionan de manera correcta, el problema podría estar en el propio grifo, dado que es posible que pueda estar bloqueado o sucio, o bien las válvulas pueden estar en mal estado.

### **Observaciones y recomendaciones:**

- Se debe tener cuidado de que los grifos no tengan obstrucciones en su acceso, como es el caso de algún objeto o de arbustos cercanos, de modo de actuar sin peligro y rápidamente en caso de algún incendio.

**5.1.4 Bombas de incendio.**

La Tabla 28 muestra un resumen de la Tabla 42 Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Bombas de incendio, ubicada en el ANEXO D.

**Tabla 28 Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Bombas de incendio.**

INSPECCIÓN		PRUEBA		MANTENIMIENTO	
COMPONENTES	FRECUENCIA	COMPONENTES	FRECUENCIA	COMPONENTES	FRECUENCIA
SALA DE BOMBAS	SEMANTAL	SISTEMA ELÉCTRICO	MENSUAL	SISTEMA DE BOMBAS DE INCENDIO	ANUAL
SISTEMA DE BOMBAS DE INCENDIO	SEMANTAL		SEMESTRAL	SISTEMA ELÉCTRICO	ANUAL
	ANUAL		ANUAL	ESTANQUE DE COMBUSTIBLE	TRIMESTRAL
SISTEMA ELÉCTRICO	SEMANTAL	BATERÍAS	MENSUAL	ESTANQUE DE COMBUSTIBLE	ANUAL
	ANUAL	ESTANQUE DE COMBUSTIBLE	ANUAL		TRIMESTRAL
ESTANQUE DE COMBUSTIBLE	SEMANTAL	BOMBA DE INCENDIO	SEMANTAL	SISTEMA DE MOTOR DIÉSEL	ANUAL
	ANUAL		ANUAL		2 AÑOS
SISTEMA DE MOTOR DIÉSEL	SEMANTAL	ALARMAS	ANUAL	BATERÍAS	MENSUAL
	MENSUAL				ANUAL
	TRIMESTRAL				2 AÑOS
	SEMESTRAL		VÁLVULA DE COMPUERTA	ANUAL	
	ANUAL		CAJAS, PANELES Y GABINETES	SEMESTRAL	
BATERÍAS	SEMANTAL				
	MENSUAL				
VÁLVULA DE COMPUERTA	MENSUAL				
VÁLVULA DE RETENCIÓN	MENSUAL				
	5 AÑOS				

**Pruebas:** Antes de realizar cualquier prueba, se debe notificar a todos los organismos competentes de que la actividad se va a llevar a cabo. En todas las pruebas se requiere la asistencia de personal calificado.

**Pruebas Semanales de Bombas de incendio:**

La prueba semanal se realiza con la condición de ausencia de flujo en la bomba contra incendios, para verificar que esta iniciará en condición automática y funcionará bajo condiciones de trabajo normales.

La presión a flujo cero resultante en la prueba debe compararse con la placa de identificación de la bomba. Cuando haya una caída mayor del 5% con respecto a placa de identificación, debe investigarse la causa y se debe realizar una acción correctiva.

### **Pruebas Anuales de Bombas de incendio:**

El propósito de completar una prueba de flujo anual, es verificar el rendimiento de la bomba a través de su rango de operación. Las pruebas anuales de operación de la bomba deben llevarse a cabo cuando no haya flujo, con flujo nominal y sobrecarga, controlando la cantidad de agua descargada a través de dispositivos aprobados. Las tres condiciones de prueba se explican a continuación:

- Condición de no flujo: Es cuando no se expulsa agua a través de la tubería de prueba, con la bomba funcionando. El único flujo de agua que existe, es aquel que se libera por la válvula de alivio, como medida de refrigeración de la bomba.
- Condición a flujo nominal: Es el flujo de agua a la presión por la cual fue diseñada y que se indica en la placa de la bomba.
- Condición de sobrecarga: Es donde la descarga de la bomba se hace fluir al 150 por ciento del flujo nominal.

En la mayoría de los casos, las pruebas anuales requieren que el propietario contrate un proveedor de servicios o contratista para que se lleven a cabo.

Las pruebas anuales se pueden hacer de dos maneras:

1) Uso de la descarga de la bomba vía chorros de manguera o cabezal de prueba: Las presiones de succión y descarga de la bomba y las mediciones de flujo de cada chorro determinarán las características de la curva de la bomba. Se debe verificar que haya un drenaje adecuado en la descarga de agua a alta presión, para evitar el daño que pueda producir el agua.

Equipos requeridos para la prueba vía cabezal de prueba:

- Tubo de Pitot con manómetro: Se requiere un Tubo de Pitot para medir la presión residual que se genera en las boquillas. La pequeña abertura del tubo Pitot se inserta en el centro del chorro, en una línea directa con el flujo. Por lo general un manómetro de 60 psi es suficiente para esta prueba.

Caudal del tubo de Pitot: El Caudal de agua que fluye por el tubo de Pitot, se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Q = 29,82 C d^2 \sqrt{P} \quad (1)$$

Q = Caudal (gpm)

C = Coeficiente de descarga de la boquilla (normalmente 0,9)

d = Diámetro de salida de la boquilla (in)

P = Presión medida por el tubo de Pitot (psi)

- Boquillas de prueba: Se requiere una cantidad adecuada de boquillas para el cabezal de prueba, para permitir la medición de un 150% del flujo nominal de la bomba.

2) Uso de descarga de la bomba vía medidor de flujo con derivación hacia el drenaje o Estanque de la red contra incendio: Las presiones de succión y descarga de la bomba y las mediciones del medidor de flujo determinarán las características de la curva de la bomba.

### **Cálculo de curva de la bomba durante la prueba anual**

Se debe determinar si el rendimiento neto de la bomba es aceptable en relación con el diseño del fabricante. Para determinar esto, se deben realizar los siguientes pasos:

1) Calcular la presión neta de la bomba: La presión neta debe calcularse para caudal cero, caudal nominal y al 150% del caudal nominal.

$$P_n = P_d - P_s \quad (2)$$

$P_n$  = Presión neta de la bomba (psi)

$P_d$  = Presión de descarga de la bomba (psi)

$P_s$  = Presión de succión de la bomba (psi)

2) Corrección de la velocidad nominal: Se requiere el uso de leyes de afinidad para la corrección de la velocidad nominal, con el fin de determinar el desempeño de la bomba según la prueba. Esta corrección es necesaria, dado que la bomba en fábrica se prueba a la misma velocidad en todos los puntos de la curva. Los datos de prueba, tanto el caudal y la presión deben ser ajustados matemáticamente para la velocidad nominal de la bomba (rpm), usando las leyes de afinidad de la siguiente manera:



a) Para el Caudal

$$\frac{Q_N}{Q} = \frac{n_N}{n} \tag{3}$$

$$Q_N = \frac{n_N \times Q}{n} \tag{4}$$

$Q_N$  = Caudal ajustado a la velocidad nominal (gpm)

$Q$  = Caudal de descarga medido durante la prueba (gpm)

$n_N$  = Velocidad nominal (rpm)

$n$  = Velocidad medida durante la prueba (rpm)

b) Para la presión

$$\frac{P_N}{P_n} = \frac{n_N^2}{n^2} \tag{5}$$

$$P_N = \frac{n_N^2 \times P_n}{n^2} \tag{6}$$

$P_N$  = Presión ajustada a la velocidad nominal (psi)

$P_n$  = Presión neta medida durante la prueba (psi)

$n_N$  = Velocidad nominal (rpm)

$n$  = Velocidad medida durante la prueba (rpm)

Se debe completar la siguiente tabla para la prueba anual:

**Tabla 29 Prueba anual en bomba contra incendio**

Condición de la Prueba	n (rpm)	Q (gpm)	$P_s$ (psi)	$P_d$ (psi)	$P_n$ (psi)	$Q_N$ (gpm)	$P_N$ (psi)
De no flujo							
De flujo nominal							
A 150% de flujo nominal							

Se deben tener los siguientes equipos para realizar la prueba anual:

**Equipos de Prueba para Bombas eléctricas:**

- Manómetro en la succión de las bombas
- Manómetro en la descarga de las bombas
- Medidor de flujo o cabezal de prueba con tubo Pitot
- Voltímetro
- Amperímetro
- Tacómetro
- Cronómetro

**Equipos de Prueba para Bomba diésel:**

- Manómetro en la succión de las bombas
- Manómetro en la descarga de las bombas
- Medidor de flujo o cabezal de prueba con tubo Pitot
- Medidor de presión de aceite del motor (Existente en panel)
- Medidor de temperatura de aceite del motor (Existente en panel)
- Medidor de temperatura de agua del motor (Existente en panel)
- Tacómetro (Existente en panel)
- Cronómetro

**Resultado del cálculo de la curva de la bomba durante la prueba anual**

Se debe comparar la curva certificada del fabricante con respecto a la curva de la prueba anual ajustada (para el caudal ajustado ( $Q_N$ ) y presión ajustada ( $P_N$ )). Si las curvas están dentro del  $\pm 5\%$  respecto a la otra, la prueba se considera aceptable.

Si la prueba se considera inaceptable, un primer paso lógico sería verificar que todos los manómetros y dispositivos de medición de flujo fueron debidamente calibrados. Luego, se puede señalar que la causa más común de una disminución en el desempeño de la bomba, es la presencia de una válvula de control cerrada o parcialmente cerrada en el suministro de agua. Si el suministro de agua parece ser normal, la causa puede estar en la propia bomba, que generalmente es el resultado de un rodete dañado o las paletas del rodete bloqueadas.

### **Observaciones y recomendaciones:**

- El agua de la red de incendio debe ser de uso exclusivo en emergencias, no para uso en procesos de Planta.
- La bomba Jockey no tiene válvula de retención en la descarga, por ende para lograr ponerla en funcionamiento de forma segura, se le debe dar partida con la válvula de corte de la descarga cerrada y una vez que está funcionando abrir la válvula de descarga, por esto solo se puede ocupar en forma manual. Se recomienda instalar la válvula de retención.
- Se recomienda dejar en servicio la bomba Jockey, para que cumpla la función de mantener la presión de la red de incendio y de esta forma evitar que se use la bomba de incendios principal para presurizar la red.
- Las bombas eléctricas 223-21-002 y 223-21-003 no tienen instalado manómetros en la succión ni en la descarga, por lo cual se recomienda instalar estos equipos.
- Se recomienda instalar un flotador en el estanque de combustible, para determinar el nivel del combustible.
- De acuerdo a NFPA 20, la sala de bombas donde se mantenga un motor diésel debe estar protegida con sprinklers instalados en conformidad a NFPA 13.
- Se recomienda construir un circuito de medición de flujo, ya sea a través de un flujómetro o de un cabezal de pruebas para realizar las pruebas anuales de las curvas de las bombas.
- Se recomienda instalar los soportes sísmicos adecuados en las tuberías que no lo tienen. En el caso particular, existe una leve deformación de la tubería de succión de las bombas, dado que no mantiene la soportación adecuada.

**Descripción de nuevas bombas y motores a instalar:**

La situación actual en Planta es que las bombas eléctricas no son certificadas y además no cumplen con el requerimiento de desempeño establecido por NFPA 20. Por otra parte se mantiene un motor diésel certificado, pero la bomba no es certificada. Debido a esto el Departamento de Ingeniería toma la decisión de comprar nuevas bombas que cumplan con la normativa.

**Tabla 30 Nuevas bombas red de incendio**

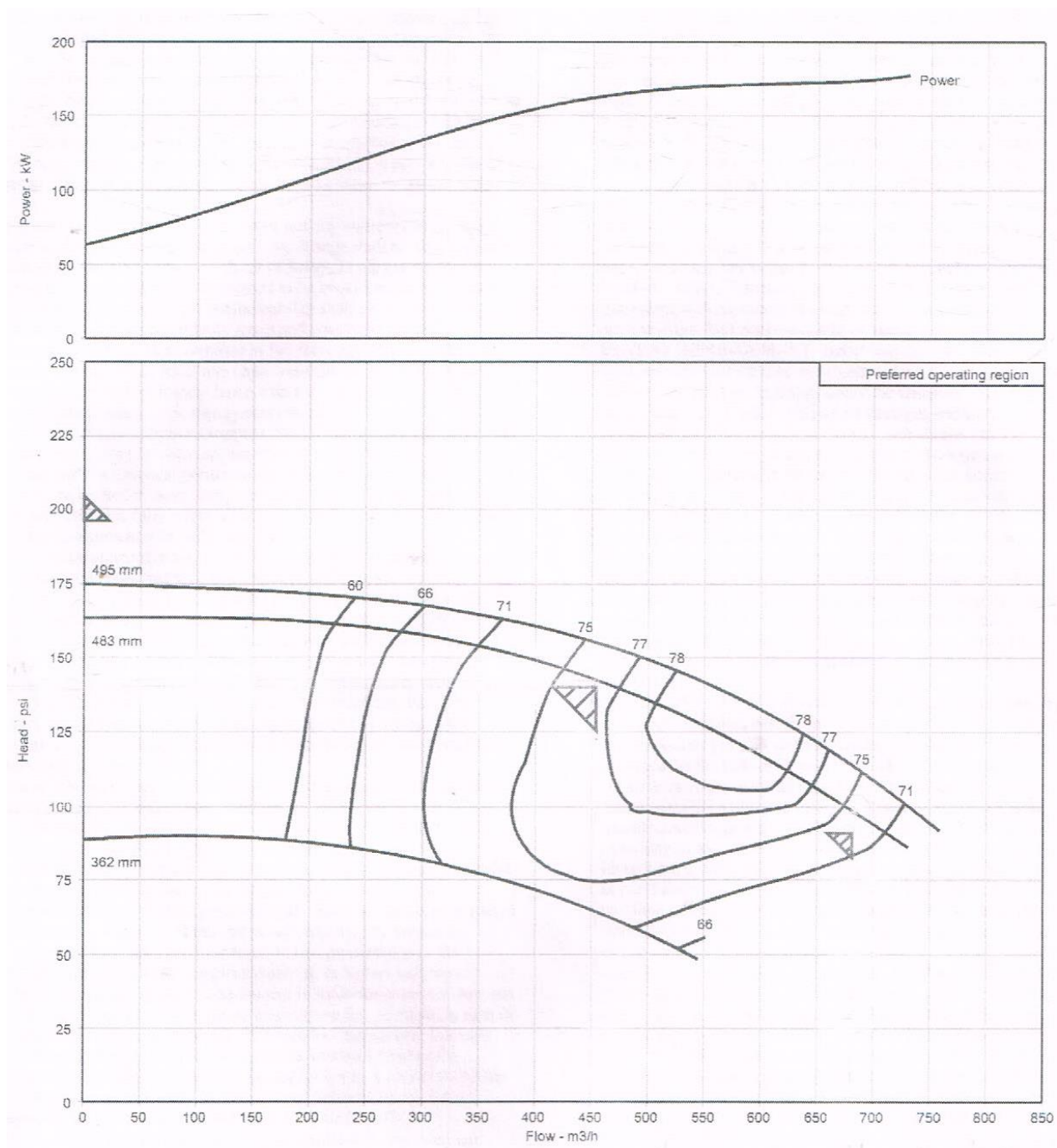
Tipo	TAG	Marca	Modelo	Presión nominal (psi)	Caudal nominal (gpm)	Diámetro de succión (in)	Diámetro de descarga (in)
Centrifuga Horizontal	223-21-002	AURORA	8-481-24	140	2000	12	8
Centrifuga Horizontal	223-21-003	AURORA	8-481-24	140	2000	12	8
Centrifuga Vertical	223-21-001	AURORA JOCKEY	PVM10-14	160	40	2	2
Centrifuga Horizontal	223-21-004	AURORA	6-481-20	140	2000	8	6

**Tabla 31 Nuevos motores red de incendio**

Tipo	TAG	Marca	Tamaño / Modelo	Potencia (HP)	Potencia (kW)	RPM
Eléctrico	223-31-002	USEM	447TS	300	224	1500
Eléctrico	223-31-003	USEM	447TS	300	224	1500
Eléctrico	223-31-001	AURORA	254TC	10	7,5	2917
Diésel	223-51-004	CLARKE	JU6H-UFAARG	252	187,9	1760

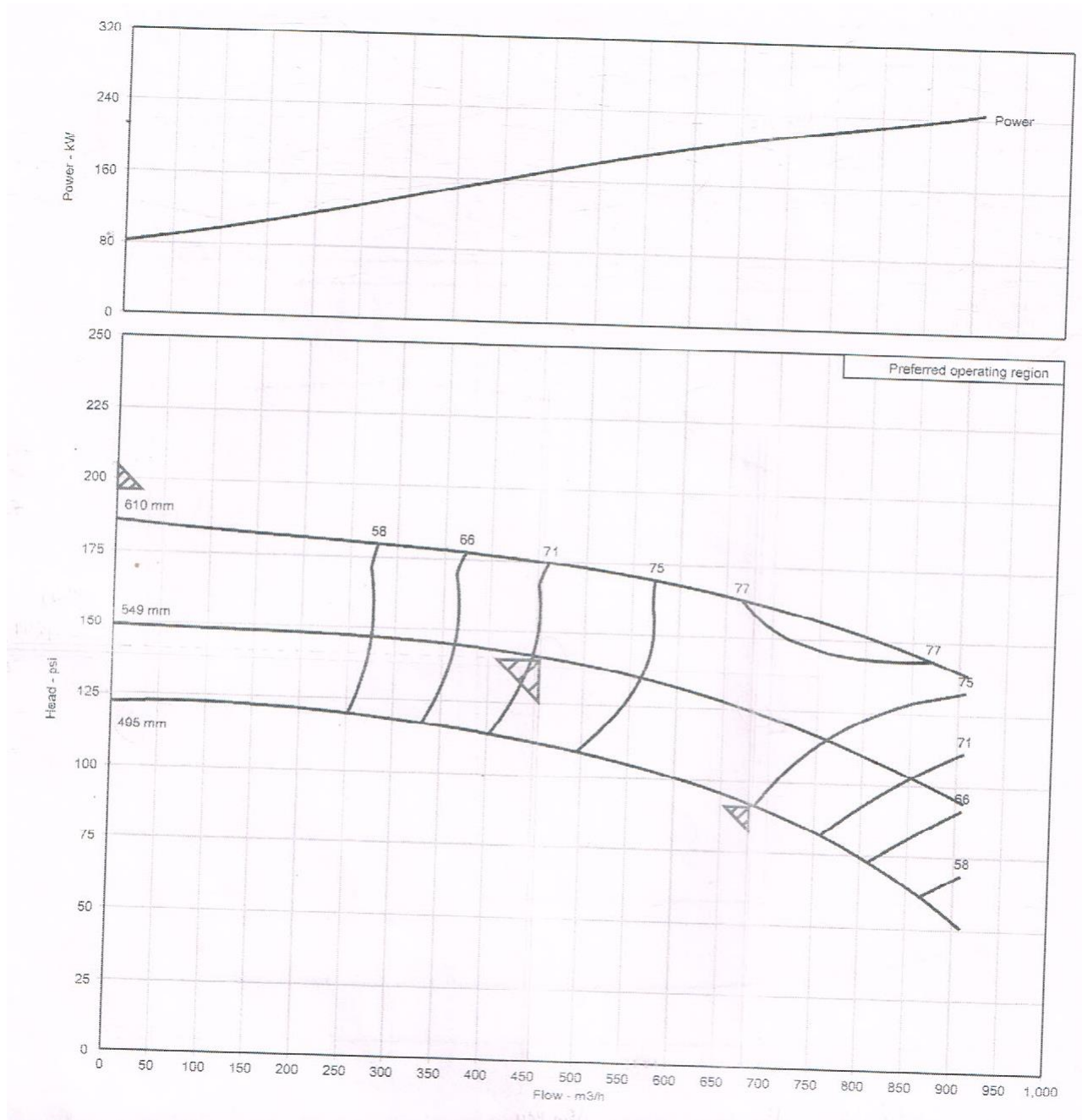
### Curvas características de nuevas Bombas

Diámetro del rodete: 483 mm

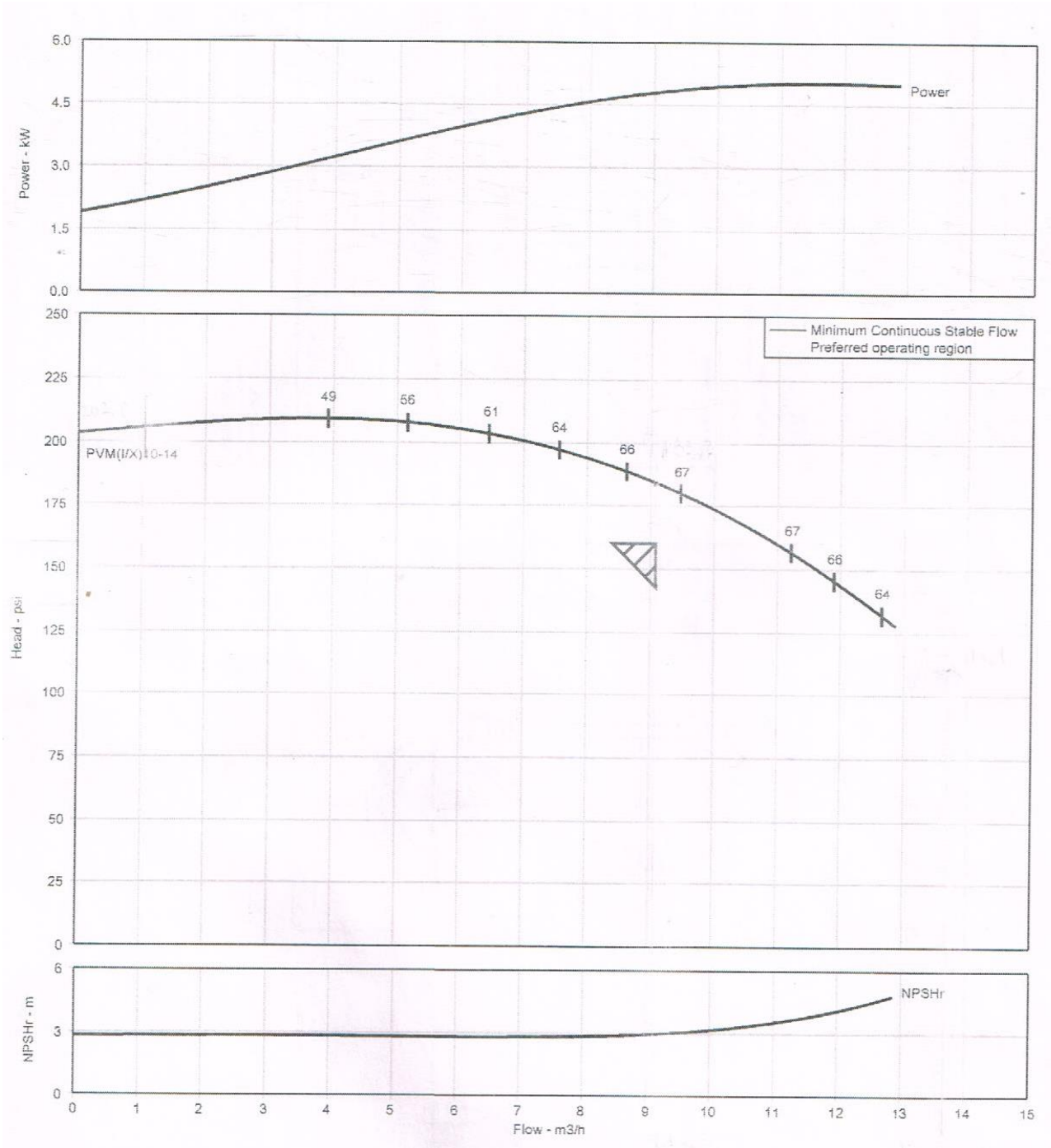


**Figura 14** Curva característica de nueva Bomba Diésel 223-21-004

Diámetro del rodete: 549 mm



**Figura 15** Curva característica de nuevas Bombas eléctricas 223-21-002 y 223-21-003



**Figura 16 Curva característica de nueva Bomba Jockey 223-21-001**

### Desempeño de nuevas bombas de incendio en fábrica y en terreno.

De acuerdo a NFPA 20, las bombas de incendio deben operar de la siguiente manera:

- Las bombas deberán proporcionar no menos del 150% del caudal nominal a no menos de 65% de la presión nominal.
- La presión total bajo condiciones de flujo cero no debe exceder un 140% de la presión nominal del equipo.

### Revisión del desempeño de nuevas bombas de incendio en fábrica

De la curva característica de la Bomba diésel se obtienen los siguientes datos:

Condición de la Curva	Q (gpm)	P (psi)
De no flujo	0	164
De flujo nominal	2000	140
A 150% de flujo nominal	3000	97,7

- Para un 150% del caudal nominal, la bomba trabaja aproximadamente a un 70% de la presión nominal, por lo cual la bomba diésel cumple con el primer punto.
- Para la condición de flujo cero, la bomba trabaja aproximadamente a un 117% de la presión nominal, por lo cual la bomba diésel cumple con el segundo punto.

De la curva característica de las Bombas eléctricas se obtienen los siguientes datos:

Condición de la Curva	Q (gpm)	P (psi)
De no flujo	0	149
De flujo nominal	2000	140
A 150% de flujo nominal	3000	125

- Para un 150% del caudal nominal, las bombas trabajan aproximadamente a un 89% de la presión nominal, por lo cual las bombas eléctricas cumplen con el primer punto.
- Para la condición de flujo cero, las bombas trabajan aproximadamente a un 106% de la presión nominal, por lo cual las bombas eléctricas cumplen con el segundo punto.



### **Revisión del desempeño de nuevas bombas de incendio en terreno**

Al momento de la instalación de las nuevas bombas, se debe hacer una prueba para evaluar el desempeño de las bombas en Planta y verificar que cumplan con los puntos antes señalados.

## 5.2 Definir la cantidad de repuestos que se requieren para el plan de confiabilidad

Para que los sistemas de protección contra incendios sean confiables, se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- Se debe establecer una cantidad de repuestos para los sistemas de protección contra incendios.
- Los repuestos deben ser certificados UL (Underwriters Laboratories) y FM (Factory Mutual). El hecho de que un producto esté certificado, quiere decir que éste ha pasado los grandes estándares de las pruebas que aseguran el rendimiento de diseño.
- El Inspector técnico de obras (ITO) de Planta, se debe encargar de comprar los repuestos y luego asegurarse de mantener siempre la misma cantidad en bodega, de modo que cuando se utilicen los repuestos se repongan a la brevedad.

### 5.2.1 Repuestos para Sistemas de detección y extinción automático

El criterio utilizado para determinar la cantidad de repuestos de sprinklers está dado por la NFPA 25, la cual se muestra en el punto 5.1.1.1. A su vez los repuestos de sprinklers de marcas antiguas que se encuentran obsoletos, fueron cambiados por repuestos certificados UL (Underwriters Laboratories) y FM (Factory Mutual).

La tabla 32 muestra los repuestos necesarios de Sprinklers para el plan de confiabilidad.

**Tabla 32 Repuestos necesarios de Sprinklers**

Marca	Modelo / Tipo	Factor K	Temperatura (°C)	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad Instalada	Repuestos necesarios
TYCO	EA-1	2,8	68	65°	1/2" NPT	6	6
TYCO	EA-1	2,8	79	65°	1/2" NPT	4	6
TYCO	COLGANTE	5,6	57	N/A	1/2" NPT	36	6
TYCO	MONTANTE	5,6	68	N/A	1/2" NPT	340	12
TYCO	MONTANTE	5,6	79	N/A	1/2" NPT	31	6
TYCO	MONTANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	1513	24
TYCO	COLGANTE	5,6	93	N/A	1/2" NPT	208	6
TYCO	MONTANTE	8	68	N/A	3/4" NPT	9	6
TYCO	MONTANTE	8	141	N/A	1/2" NPT	125	6

El criterio utilizado para determinar la cantidad de repuestos de sprinklers piloto está dado por la NFPA 25, la cual se muestra en el punto 5.1.1.1. A su vez los repuestos de sprinklers piloto de las marcas que no se tiene información, fueron otorgados a repuestos certificados UL (Underwriters Laboratories) y FM (Factory Mutual).

La tabla 33 muestra los repuestos necesarios de Sprinklers piloto para el plan de confiabilidad.

**Tabla 33 Repuestos necesarios de Sprinklers piloto**

Marca	Modelo / Tipo	Factor K	Temperatura (°C)	Hilo de Conexión	Cantidad Instalada	Repuestos necesarios
VICTAULIC	MONTANTE	5,6	57	1/2" NPT	99	6
TYCO	FTR-1	5,6	57	1/2" NPT	320	12
VICTAULIC	MONTANTE	5,6	68	1/2" NPT	94	6
TYCO	FTR-1	5,6	68	1/2" NPT	291	6
VICTAULIC	MONTANTE	5,6	141	1/2" NPT	20	6

El criterio utilizado para determinar la cantidad de repuestos de rociadores está dado por la NFPA 25, la cual se muestra en el punto 5.1.1.1. A su vez los repuestos de rociadores de marcas antiguas que se encuentran obsoletos y los repuestos de las marcas que no se tiene información, fueron cambiados por repuestos certificados UL (Underwriters Laboratories) y FM (Factory Mutual).

La tabla 34 muestra los repuestos necesarios de Rociadores para el plan de confiabilidad.

**Tabla 34 Repuestos necesarios de Rociadores**

Marca	Modelo	Factor K	Angulo descarga	Hilo de Conexión	Cantidad Instalada	Repuestos necesarios
VICTAULIC	V-12	1	95°	1/2" NPT	64	6
TYCO	D3	1,2	160°	1/2" NPT	112	6
VICTAULIC	V-12	1,8	95°	1/2" NPT	84	6
TYCO	D3	1,8	110°	1/2" NPT	92	6
VICTAULIC	V-12	1,8	125°	1/2" NPT	8	6
TYCO	D3	1,8	140°	1/2" NPT	56	6
TYCO	D3	2,3	140°	1/2" NPT	360	12
TYCO	D3	2,3	180°	1/2" NPT	63	6
TYCO	D3	3	110°	1/2" NPT	48	6
TYCO	D3	3	140°	1/2" NPT	123	6
TYCO	D3	3	180°	1/2" NPT	441	12

TYCO	B-1 COLGANTE	3	N/A	1/2" NPT	10	6
VICTAULIC	V-12	4,1	65°	1/2" NPT	28	6
TYCO	D3	4,1	95°	1/2" NPT	26	6
TYCO	D3	4,1	110°	1/2" NPT	20	6
TYCO	D3	4,1	140°	1/2" NPT	98	6
TYCO	D3	4,1	160°	1/2" NPT	7	6
TYCO	D3	4,1	180°	1/2" NPT	57	6
TYCO	D3	5,6	140°	1/2" NPT	413	12
TYCO	D3	7,2	160°	1/2" NPT	16	6

El criterio utilizado para determinar la cantidad de repuestos de válvulas de Diluvio está dado por la siguiente Tabla:

Cantidad Instalada (X)	Cantidad de repuestos
$X \leq 4$	1
$4 < X \leq 8$	2
$8 < X \leq 16$	3
$X > 16$	4

Los repuestos de válvulas de Diluvio con marcas antiguas que se encuentran obsoletos, fueron cambiados por repuestos certificados UL (Underwriters Laboratories) y FM (Factory Mutual). Por otra parte en el repuesto debe estar incluida la válvula de Diluvio, su Trim y la válvula de corte asociada a la válvula de Diluvio, que debe tener unión de flange.

La tabla 35 muestra los repuestos necesarios de Válvulas de Diluvio para el plan de confiabilidad.

**Tabla 35 Repuestos necesarios de Válvulas de Diluvio**

Marca	Modelo	Diámetro	Trim	Cantidad Instalada	Repuestos necesarios
VICTAULIC	FireLock NXT S/769	2 1/2"	Eléctrico	1	1
VICTAULIC	FireLock NXT S/769	3"	Hidráulico	2	1
VICTAULIC	FireLock NXT S/769	4"	Hidráulico	4	1
VICTAULIC	FireLock NXT S/769	6"	Eléctrico	8	2
VICTAULIC	FireLock NXT S/769	6"	Hidráulico	7	2
TYCO	DV-5	3"	Hidráulico	1	1
TYCO	DV-5	4"	Eléctrico	2	1
TYCO	DV-5	4"	Hidráulico	3	1
TYCO	DV-5	6"	Eléctrico	23	4

TYCO	DV-5	6"	Hidráulico	8	2
TYCO	DV-5	8"	Eléctrico	1	1
TYCO	DV-5	8"	Hidráulico	1	1

El criterio utilizado para determinar la cantidad de repuestos de válvulas de Alarma está dado por la siguiente Tabla:

Cantidad Instalada (X)	Cantidad de repuestos
$X \leq 4$	1
$4 < X \leq 8$	2
$8 < X \leq 16$	3
$X > 16$	4

Los repuestos de válvulas de Alarma con marcas antiguas que se encuentran obsoletos, fueron cambiados por repuestos certificados UL (Underwriters Laboratories) y FM (Factory Mutual). Por otra parte en el repuesto debe estar incluida la válvula de Alarma, su Trim y la válvula de corte asociada a la válvula de Alarma, que debe tener unión de flange.

La tabla 36 muestra los repuestos necesarios de Válvulas de Alarma para el plan de confiabilidad.

**Tabla 36 Repuestos necesarios de Válvulas de Alarma**

Marca	Modelo	Diámetro	Trim	Cantidad Instalada	Repuestos necesarios
TYCO	AV-1	2 1/2"	Hidráulico	4	1
TYCO	AV-1	4"	Hidráulico	15	4
TYCO	AV-1	6"	Hidráulico	10	3
VICTAULIC	FireLock S/751	2 1/2"	Hidráulico	3	1
VICTAULIC	FireLock S/751	3"	Hidráulico	9	3

### 5.2.2 Repuestos para Gabinetes.

El criterio utilizado para determinar la cantidad de repuestos de los Gabinetes fue calculado con el 8% de la cantidad total de equipos en Planta. Por otra parte los repuestos deben estar certificados UL (Underwriters Laboratories) y FM (Factory Mutual).

La tabla 37 muestra los repuestos necesarios para Gabinetes en el plan de confiabilidad.

**Tabla 37 Repuestos necesarios de Gabinetes**

Componente	Diámetro	Cantidad
Manguera de 25 m de largo	1 1/2"	20
Pitón chorro-neblina con tuerca storz	1 1/2"	20
Válvula angular 90° HI-NPT HI-BSP	1 1/2"	20
Válvula angular 90° HI-NPT HE-NH	1 1/2"	20
Tuerca storz HI-NH	1 1/2"	20
Tuerca storz HE-BSP	1 1/2"	20
Acoplamiento storz para manguera	1 1/2"	40

### 5.2.3 Repuestos para Grifos

El criterio utilizado para determinar la cantidad de repuestos de los Grifos fue calculado con el 10% de la cantidad total de equipos en Planta. Adicionalmente se aumentó a 20 la cantidad de repuestos de la válvula de compuerta HI-NPT HE-NH y su tuerca storz HI-NH, debido a que estos se dañan con bastante frecuencia en las canchas de acopio de rollizos por la caída de troncos y el movimiento de maquinaria. Por otra parte los repuestos de Grifos deben estar certificados UL (Underwriters Laboratories) y FM (Factory Mutual).

La tabla 38 muestra los repuestos necesarios para Grifos en el plan de confiabilidad.

**Tabla 38 Repuestos necesarios de Grifos**

Componente	Diámetro	Cantidad
Válvula de compuerta HI-NPT HE-NH	2 1/2"	20
Válvula de bola HI-NPT	2 1/2"	10
Tuerca storz HE-NPT	2 1/2"	10
Tuerca storz HI-NH	2 1/2"	20
Tapa storz	2 1/2"	10

#### **5.2.4 Repuestos para nuevas Bombas de incendio**

El Inspector técnico de obras (ITO) de Planta, debe asegurarse que el proveedor de las nuevas bombas de incendio proporcione el tipo y cantidad de repuestos de acuerdo a las especificaciones del fabricante, teniendo en cuenta que estos deben ser certificados UL y FM.

#### **5.4 Diseñar un Plan de confiabilidad en el software Microsoft Excel**

El Plan de confiabilidad busca generar frecuencias de inspecciones, pruebas y mantenimientos de los diferentes componentes de los sistemas de protección presentes en la Planta Celulosa Arauco. Se desarrollará a través de la utilización del ANEXO E “Base de datos red contra incendios”, que contiene un levantamiento de todos los sistemas de protección existentes en Planta Celulosa Arauco. En este levantamiento se identifica el sistema de protección presente y los componentes particulares de dicho sistema, los cuales tienen a su vez asociado frecuencias para realizar las actividades de inspección, prueba y mantenimiento.

Para implementar el Plan de confiabilidad se requiere que ITO de Planta, encargado de la mantención de la Red de Incendio realice una serie de pasos, los cuales se describen a continuación:

1. El primer paso para implementar el Plan de confiabilidad, consiste en identificar los sistemas de protección contra incendios y así poder evitar confusiones a la hora de realizar las rutinas de inspección, prueba y mantenimiento. Esto se logra creando ubicaciones técnicas (TAG) a todos los sistemas de protección contra incendios que no lo tengan incorporado. Luego el TAG creado se debe ingresar en la columna de la “Base de datos red contra incendios” que dice “TAG Sistema”. Los TAG por su parte se conforman de la siguiente manera:

AAA-BBB-CCC-DDD-EEE

AAA: Corresponde a la Planta productiva (CE01: Celulosa Planta Arauco Línea 1 - CE02: Celulosa Planta Arauco Línea 2).

BBB: Corresponde al Área donde está ubicado el equipo dentro de la Planta.

CCC: Corresponde al sistema dentro de un Área. (CBD: Sistema de red de agua contra incendio).

DDD: Corresponde al equipo principal del sistema.

EEE: Corresponde al correlativo del equipo identificado.

Se pueden dar distintos casos a la hora de crear el TAG, los cuales se muestran a continuación:

- a) Para los Sistemas de Detección y extinción automático, se deben sólo crear los TAG a las Válvulas de Diluvio y de Alarma que aparezcan en los componentes del sistema en cuestión.



Luego para crear el TAG se debe tomar en cuenta la columna “Área”, el código asignado para válvulas automáticas (Diluvio y Alarma), que es el 73 y luego crear un número único y/o correlativo del equipo.

- b) Para los Sistemas de Grifos, que en la columna “TAG Sistema” aparecen enumerados del G-1 al G-113, deben ser modificados y se debe crear su propio TAG. Para crear el TAG se debe tomar en cuenta la columna “Área”, el código asignado para grifos, que por ser una válvula, le corresponde el 73 y luego se crea un número único y/o correlativo del equipo.
- c) Para los Sistemas de Gabinetes, se debe crear un TAG para cada Gabinete. Para crear el TAG se debe tomar en cuenta la columna “Área”, el código asignado para gabinetes, que es el 85 y luego se crea un número único y/o correlativo del equipo.
- d) Para los Sistemas de Bomba Jockey, Bombas Eléctricas, Bomba Diésel (nueva) y Bomba Diésel (antigua) los TAG ya están incorporados en la Base de datos, por lo cual no se requiere crear nuevamente.

2. El segundo paso es crear un plan preventivo, que consiste en ingresar en la Base de datos la fecha de realización de las rutinas de inspección, prueba y mantenimiento de todos los sistemas de protección presentes en el levantamiento y luego con la respectiva frecuencia establecida por la NFPA (National fire protection association) 25, estimar la próxima fecha de realización de rutinas.

3. El tercer paso, consiste en imprimir las planillas que se utilicen en las rutinas de inspección, prueba y mantenimiento particular de cada sistema de protección presente en el levantamiento de la Base de datos. Esto se logra visualizando la columna que dice “Sistema” de la siguiente manera:

- a) Para cada Sistema de Detección y extinción automático, se debe utilizar la Tabla 39 “Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de los Sistemas de detección y extinción automáticos”. Luego para cada rutina de inspección, prueba y mantenimiento de la Tabla, se deben sólo imprimir los componentes y frecuencias asociados al sistema en cuestión. En el caso que en la Base de datos se repita un componente, se debe imprimir la cantidad de veces que se repite. Para comenzar con el plan se tiene que imprimir 100 copias particulares de los Sistemas de Detección y extinción automáticos. Luego cuando se haya cumplido la frecuencia se debe volver a imprimir la planilla particular del Sistema.

- b) Para cada Sistema de Grifos, se debe utilizar la Tabla 41 “Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Grifos”. Luego para cada rutina de inspección, prueba y mantenimiento de la Tabla, se deben sólo imprimir los componentes y frecuencias asociados al Sistema en cuestión. Para comenzar con el plan se tiene que imprimir 113 copias particulares de los Sistemas de Grifos. Luego cuando se haya cumplido la frecuencia se debe volver a imprimir la planilla particular del Sistema.
- c) Para cada sistema de Gabinetes, se debe imprimir completamente la Tabla 40 “Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Gabinetes”, dado que los componentes y las frecuencias coinciden en todos los Gabinetes. Para comenzar con el plan se debe imprimir 265 copias de la Tabla 38 “Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Gabinetes”. Luego cuando se haya cumplido la frecuencia se debe volver a imprimir la planilla particular del Sistema.
- d) Para los Sistemas de Bomba Jockey, Bombas Eléctricas, Bomba Diésel (nueva) y Bomba Diésel (antigua), se debe utilizar la Tabla 42 “Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Bombas de incendio”. Luego para cada rutina de inspección, prueba y mantenimiento de la Tabla, se deben sólo imprimir los componentes y frecuencias asociados al sistema en cuestión. Para comenzar con el plan se tiene que imprimir 5 copias particulares de los Sistemas de Bombas de incendio. Luego cuando se haya cumplido la frecuencia se debe volver a imprimir la planilla particular del Sistema.

4. El cuarto paso es gestionar Recurso Humano, es decir personal que esté calificado para realizar las distintas rutinas de inspección, prueba y mantenimiento de los Sistemas de protección presentes en Planta. El hecho de que el personal esté calificado quiere decir que deben tener conocimiento de los sistemas a los que van a realizar las rutinas, en base a la norma NFPA 25. A su vez el personal puede ser propio de Planta o bien se puede contratar una empresa de servicios externa que realice los trabajos.

5. Finalmente, teniendo el TAG que identifica el sistema, la fecha de realización de las rutinas, las planillas de rutinas impresas de cada sistema, y el personal calificado para realizarlas, se debe llevar a cabo el Plan de confiabilidad. Cualquier tipo de observación que se pueda dar después de realizada las rutinas de inspección, prueba o mantenimiento deben solucionarse a la brevedad, dado la importancia que tiene la red de incendio para la protección de la vida y de la propiedad de Planta.

## CONCLUSIÓN

Los sistemas de protección contra incendios mantienen un papel preponderante en la prevención de incendios dado que gracias a su actuar pueden reducir la probabilidad de sufrir pérdidas humanas, materiales y de producción. Actualmente en Planta Arauco estos sistemas ameritan un análisis de operatividad, ya que desde su instalación han tenido poco seguimiento.

Con respecto a las bombas de incendio, se puede señalar que la situación actual de Planta es que mantiene dos bombas eléctricas no certificadas y sin cumplir con el requerimiento de desempeño establecido por la NFPA 20. Por otra parte se mantiene un motor diésel certificado, con una bomba que no se encuentra certificada, pero que sí cumple con el desempeño establecido por la norma.

En relación a sala de bombas de incendio, se detectó una serie de deficiencias en el diseño establecido por la NFPA 20. Dentro de las condiciones de uso más importantes que se deben mejorar, es poder dejar en servicio la bomba Jockey, para que cumpla la función de mantener la presión de la red de incendio y de esta forma evitar que se use la bomba de incendios principal para presurizar la red.

Otro aspecto a considerar, es que para la realización de las pruebas anuales de las bombas no se dispone de un circuito de medición de flujo, ya sea a través de un flujómetro o de un cabezal de pruebas y además no se tienen instalado manómetros en la succión, ni en la descarga de las bombas eléctricas. Por otra parte la sala de bombas no tiene implementado un sistema de sprinklers, por lo cual no está segura a la hora de protegerse de un incendio.

Como la sala de bombas en general no cumple con el diseño que exige la NFPA 20, el Departamento de ingeniería toma la decisión de diseñar una nueva sala de bombas en conformidad con la NFPA y por ende que cumpla con el estándar de certificación de las bombas. En relación a las curvas características de las nuevas bombas aportadas por el proveedor, se puede señalar que el desempeño de las bombas diésel y eléctricas en fábrica cumplen con la normativa. Luego queda evaluar el desempeño de estas bombas en terreno, por lo cual cuando se instalen en Planta se debe verificar si cumplen con lo estipulado.

El Plan de Confiabilidad para los sistemas de protección contra incendios se sustenta en dos bases. Primero: mediante la realización de rutinas periódicas de inspección, prueba y mantenimiento a los sistemas existentes en Planta, las cuales tienen un carácter preventivo. Al mismo tiempo estas

rutinas se diseñaron con guía en la norma NFPA 25, lo cual aporta más confiabilidad. Segundo: mediante la disponibilidad de los repuestos de los distintos sistemas de protección contra incendios. Esto quiere decir que se debe tener siempre la misma cantidad de repuestos establecida previamente en bodega, de modo que cuando se utilicen se repongan a la brevedad. Además otro criterio que contribuye a la confiabilidad es que los repuestos deben estar certificados por UL y FM.

Luego para implementar las rutinas de inspección, prueba y mantenimiento, se creó una “Base de datos red contra incendios”. Esta Base de datos contiene un levantamiento de todos los sistemas de protección presentes en Planta Arauco. En este levantamiento se identifica el sistema de protección existente y los componentes particulares de dicho sistema, los cuales tienen a su vez asociado frecuencias para realizar las actividades de inspección, prueba y mantenimiento. Finalmente, mediante la utilización de la Base de datos y gracias a una serie de pasos accionados por el ITO de Planta, se debe implementar el Plan de confiabilidad, lo cual va a lograr un aumento de la confianza que se tiene sobre el buen funcionamiento de los sistemas.

A modo de sugerencia, luego de la puesta en marcha del plan preventivo, un siguiente paso para mejorar el plan sería registrar y analizar las fallas en los sistemas, usando la información que se obtiene de las rutinas periódicas. Es decir si las fallas se vuelven reiterativas en algún sistema de Planta, se puede evaluar la posibilidad de aumentar la frecuencia de las inspecciones o mantenimientos a dicho sistema, de modo de optimizar las frecuencias de acuerdo a las características de cada sistema instalado. Esto va a permitir tomar acciones de reparación, cambio de piezas o equipos antes de que ocurra la falla.

Finalmente, algo muy común en Planta Arauco es ocupar el agua de la red de incendio para uso en procesos de la Planta, debido a la facilidad de acceder a ésta. El problema radica en que ante una emergencia la presión se vería disminuida, pudiendo no suplir la demanda que requiere el sistema. A raíz de esto se debe tomar conciencia de que el agua de la red de incendio es de gran importancia y debe ser de uso exclusivo para el combate de incendios. Para evitar que siga ocurriendo este problema el Área de Prevención de Riesgos debe informar a los diferentes Departamentos y funcionarios de la Celulosa de las consecuencias que trae consigo la utilización de la red y de la trascendencia que tienen los sistemas de protección contra incendios para la seguridad de las personas y de la propia Empresa.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Klaus, Matthew J. Water-based fire protection systems handbook. 2014 edition. EEUU, 2013.
- National Fire Protection Association. Norma para inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios a base de agua. NFPA 25. Edición 2014. EEUU, 2013.
- National Fire Protection Association. Norma para la instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios. NFPA 20. Edición 2007. EEUU, 2006.
- National Fire Protection Association. Norma para la instalación de sistemas de rociadores. NFPA 13. Edición 1996. EEUU, 1996.
- National Fire Protection Association. Norma para sistemas fijos de aspersores de agua para protección contra incendios. NFPA 15. Edición 2001. EEUU, 2001.
- National Fire Protection Association. Norma para la instalación de sistemas de tubería vertical y de mangueras. NFPA 14. Edición 2007. EEUU, 2006.
- Carson, Wayne G. y Klinkler Richard L. Sistemas de protección contra incendios. Tercera edición. EEUU, 2000.

**ANEXOS**

**ANEXO A**

**Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de los Sistemas de detección y extinción  
automáticos.**

La tabla 39 muestra las rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de los Sistemas de detección y extinción automáticos.

**Tabla 39 Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de los Sistemas de detección y extinción automáticos.**

Componente	Ítem	Actividad	Frecuencia	Bien	Mal	N/A	Obs.
Sprinkler y Sprinkler piloto	<b>Aquellos instalados en áreas inaccesibles por razones de seguridad debido a operaciones de proceso deben inspeccionarse durante PGP. Deben inspeccionarse a nivel piso</b>						
	No debe mostrar señales de filtraciones	Inspección	Anual				
	Debe estar libre de corrosión, materias extrañas, pintura y daño físico	Inspección	Anual				
	Debe estar instalado en la orientación correcta (montante, colgante o de pared)	Inspección	Anual				
Rociadores	Revisar que no hallan sprinkler o sprinkler piloto con ampolla de vidrio vaciadas	Inspección	Anual				
	<b>Aquellos instalados en áreas inaccesibles por razones de seguridad debido a operaciones de proceso deben inspeccionarse durante PGP. Deben inspeccionarse a nivel piso</b>						
Sprinkler y Sprinkler piloto de repuesto	Debe estar libre de corrosión, materias extrañas, pintura y daño físico	Inspección	Anual				
	Deben estar en su lugar y apuntando en la dirección correcta	Inspección	Anual				
	<b>Deben incluir todos los tipos y clasificaciones instaladas</b>						
	Para instalaciones protegidas con menos de 300, debe haber un mínimo de 6 repuestos	Inspección	Anual				
	Para instalaciones protegidas entre 300 y 1000, debe haber un mínimo de 12 repuestos	Inspección	Anual				
Rociadores de repuesto	Para instalaciones protegidas con más de 1000, debe haber un mínimo de 24 repuestos	Inspección	Anual				
	Debe haber una llave para cada tipo de repuesto	Inspección	Anual				
	<b>Deben incluir todos los tipos y clasificaciones instaladas</b>						
	Para instalaciones protegidas con menos de 300, debe haber un mínimo de 6 repuestos	Inspección	Anual				
	Para instalaciones protegidas entre 300 y 1000, debe haber un mínimo de 12 repuestos	Inspección	Anual				
Tuberías y conexiones	Para instalaciones protegidas con más de 1000, debe haber un mínimo de 24 repuestos	Inspección	Anual				
	Debe haber una llave para cada tipo de repuesto	Inspección	Anual				
Abrazaderas y Soportes sísmicos	<b>Aquellas instaladas en áreas inaccesibles por razones de seguridad debido a operaciones de proceso deben inspeccionarse durante PGP. Deben inspeccionarse a nivel piso</b>						
	Las tuberías y conexiones deben estar en buenas condiciones, libres de daños mecánicos, filtraciones, corrosión y desalineación	Inspección	Anual				
Manómetros	La tubería no debe someterse a cargas externas de materiales, ya sea apoyados o colgados sobre ella	Inspección	Anual				
	No deben estar dañados, sueltos o faltantes	Inspección	Anual				
Dispositivos de Alarma	La fijación debe estar segura a los soportes estructurales y a la tubería	Inspección	Anual				
	Deben estar en buen estado y con la presión correcta	Inspección	Mensual				
Dispositivos de Alarma	El sensor de flujo debe estar libre de daño mecánico	Inspección	Trimestral				
	La campana hidráulica, baliza o sirena deben estar libres de daño mecánico	Inspección	Trimestral				



	El switch de presión debe estar libre de daño mecánico	Inspección	Trimestral				
	El interruptor de supervisión de válvula de corte debe estar libre de daño mecánico	Inspección	Trimestral				
<b>Conexión de brigada</b>	Debe estar visible y accesible	Inspección	Trimestral				
	El acoplamiento o mecanismo giratorio no debe estar dañado y debe girar libremente	Inspección	Trimestral				
	Revisar si el acoplamiento storz está en buenas condiciones	Inspección	Trimestral				
	Verificar que las tapas storz estén en su lugar y sin daños	Inspección	Trimestral				
	Los sellos de goma storz deben estar en su lugar y en buen estado	Inspección	Trimestral				
	Debe estar provista de identificación y señalar el sistema o parte del sistema que protege	Inspección	Trimestral				
<b>Monitores</b>	Revisar si tiene daño físico	Inspección	Semestral				
	Revisar si tiene corrosión	Inspección	Semestral				
<b>Válvula de Corte</b>	Debe estar en la posición normal (abierta)	Inspección	Mensual				
	Debe estar debidamente bloqueada con candado o supervisada	Inspección	Mensual				
	Debe estar accesible	Inspección	Mensual				
	Debe estar libre de daño físico	Inspección	Mensual				
	Debe estar libre de filtraciones	Inspección	Mensual				
	Debe estar provista de identificación y señalar el sistema o parte del sistema que protege	Inspección	Mensual				
<b>Válvula de Alarma</b>	Debe estar libre de daño físico	Inspección	Mensual				
	Debe estar accesible	Inspección	Mensual				
	Todos los accesorios (Trim) de las válvulas están en la posición correcta, abierta o cerrada	Inspección	Mensual				
	La cámara de retardo o los drenajes de las alarmas no tienen fugas	Inspección	Mensual				
	Se debe Inspeccionar internamente los componentes de la válvula, para verificar su estado	Inspección	5 Años				
<b>Válvula de Retención</b>	Debe estar libre de daño físico	Inspección	Mensual				
	Debe estar accesible	Inspección	Mensual				
	Verificar que las partes internas operan correctamente, se mueven libremente y están en buenas condiciones	Inspección	5 Años				
<b>Válvula de Diluvio</b>	Debe estar libre de daño físico	Inspección	Mensual				
	Debe estar accesible	Inspección	Mensual				
	Todos los accesorios (Trim) de las válvulas están en la posición correcta, abierta o cerrada	Inspección	Mensual				
	La válvula no debe tener fugas	Inspección	Mensual				
	Las partes eléctricas deben estar en servicio	Inspección	Mensual				
	Se debe Inspeccionar internamente los componentes de la válvula, para verificar su estado	Inspección	5 Años				
<b>Sprinkler y Sprinkler piloto</b>	De respuesta estándar, que han estado en servicio por 50 años, deben reemplazarse o se debe hacer una prueba certificada sobre muestras representativas, que consiste en enviar un mínimo de 4 o el 1% de cada tipo (lo que sea mayor) a un laboratorio certificado para determinar si se activan a la temperatura y en el tiempo especificado. Las pruebas siguientes deben repetirse cada 10 Años	Prueba	10 Años				
	De respuesta rápida, que han estado en servicio por 20 años, deben reemplazarse o se debe hacer una prueba certificada sobre muestras representativas, que consiste en enviar un mínimo de 4 o el 1% de cada tipo (lo que sea mayor) a un laboratorio certificado para determinar si se activan a la temperatura y en el tiempo especificado. Las pruebas siguientes deben repetirse cada 10 Años	Prueba	10 Años				

<b>Manómetros</b>	Se debe registrar la presión del manómetro, luego retirarlo, colocar uno con calibración certificada y registrar. Deben compararse las dos presiones, en la cual el manómetro debe tener un error máximo del 3% con respecto al manómetro calibrado	Prueba	5 Años				
<b>Dispositivos de alarma</b>	Sirena estroboscópica (Sistema Diluvio: Se debe abrir la válvula de prueba de alarma para verificar que se activa la Sirena estroboscópica. Luego para finalizar la prueba se debe cerrar la válvula de prueba)	Prueba	Semestral				
	La campana hidráulica (Sistema Alarma: Se debe abrir la válvula de prueba de alarma para verificar que suena la campana hidráulica. Luego para finalizar la prueba se debe cerrar la válvula de prueba)	Prueba	Trimestral				
<b>Válvula de Alarma</b>	Se debe realizar una prueba de drenaje de tubería principal. La prueba debe realizarse de la siguiente manera: 1) Registrar la presión indicada en el manómetro de suministro de agua 2) Cerrar la válvula de control de alarma 3) Abrir completamente la válvula de drenaje principal 4) Después de que el flujo se ha estabilizado, registre la presión residual (con flujo) que indica el manómetro de suministro de agua 5) Cierre lentamente la válvula de drenaje principal 6) Abrir la válvula de control de alarma 7) Compare la lectura de la presión residual que acaba de anotar con la presión residual de diseño o de pruebas anteriores del drenaje principal. Cuando hay una reducción igual o mayor del 10% en la presión residual, se debe identificar la causa y corregir si es necesario	Prueba	Anual				
<b>Válvula de Corte</b>	Se deben lubricar los vástagos de operación de las válvulas. Luego se debe cerrar la válvula completamente y reabrir para comprobar su operación y distribuir el lubricante	Prueba	Anual				
	Se debe hacer una prueba de drenaje de la tubería principal cada vez que se cierre y vuelva a abrir la válvula de corte	Prueba	Anual				
	Se deben probar los interruptores de supervisión, para determinar si el movimiento del volante de la válvula da una señal distintiva en el panel	Prueba	Semestral				
<b>Válvula de Diluvio</b>	<b>Prueba de descarga manual de la válvula en Rociadores. Se debe tener en cuenta lo siguiente: 1) Se debe proveer protección para todos los dispositivos o equipos con riesgo de daño por las descargas del sistema durante la prueba. 2) Cuando la naturaleza de la propiedad protegida es tal que no se puede descargar agua para pruebas, la prueba se debe realizar de manera que no necesite descarga en el área protegida (Se deben inspeccionar los rociadores que tengan la orientación adecuada y probar el sistema con aire para asegurar que los rociadores no están obstruidos). 3) Cuando la naturaleza de la propiedad protegida es tal que no se puede descargar agua a menos que se desconecte el equipo protegido (ej. Equipos eléctricos), se debe realizar la prueba del sistema en la PGP.</b>						
	Se deben observar los patrones de descarga de agua de todos los rociadores, para verificar que no están obstruidos por taponamiento y que están correctamente direccionados (Cuando se presentan obstrucciones, se debe limpiar la tubería y rociadores y se debe volver a probar el sistema)	Prueba	Anual				
	Debe registrarse una lectura de presión residual en el manómetro de suministro de la válvula de Diluvio, para verificar que el suministro de agua es adecuado (La lectura debe compararse con la presión de diseño hidráulico o con la prueba anterior)	Prueba	Anual				
	<b>Prueba de descarga manual de la válvula en Monitores</b>						
	A cada monitor se le debe dejar fluir el agua hasta que se hayan eliminado todas las materias extrañas. El flujo debe mantenerse por más de un minuto, hasta que el agua se aclare	Prueba	Anual				
	Cada monitor se debe hacer oscilar y mover en todo su alcance, para garantizar su operatividad	Prueba	Anual				
	A cada monitor se le debe probar la boquilla en condición de chorro directo y niebla	Prueba	Anual				
<b>Filtro</b>	Los filtros deben limpiarse para eliminar toda suciedad o bloqueo	Mantenimiento	Anual / C.Op				
	Las partes corroídas o dañadas se deben reemplazar o reparar	Mantenimiento	Anual				
<b>Monitores</b>	Se deben lubricar para asegurar su funcionamiento adecuado	Mantenimiento	Anual				

N/A: No Aplica; Obs: Observación; C.Op: Cada Operación; PGP: Parada general de Planta.

## **ANEXO B**

### **Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Gabinetes**

La tabla 40 muestra las rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Gabinetes.

**Tabla 40 Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Gabinetes**

Componente	Ítem	Actividad	Frecuencia	Bien	Mal	N/A	Obs.
<b>Tubería del Gabinete</b>	La tubería debe estar libre de daños y filtraciones	Inspección	Anual				
<b>Soporte</b>	El soporte de la tubería no debe faltar o estar dañado	Inspección	Anual				
<b>Mangueras</b>	<b>Quitar e inspeccionar las mangueras y luego montar de nuevo en el carrete</b>						
	Revisar que no tenga hongos, cortes, abrasiones o deterioro evidente	Inspección	Anual				
	Revisar que no tenga acoplamiento storz dañado	Inspección	Anual				
	Revisar que no tenga sellos storz faltantes o deteriorados	Inspección	Anual				
	Revisar que no tenga acoplamiento storz incompatible	Inspección	Anual				
	Revisar que la manguera esté conectada a la válvula	Inspección	Anual				
<b>Pitón</b>	Verificar que no falte el pitón y este en buenas condiciones	Inspección	Anual				
	Verificar que no tenga empaquetaduras faltantes o deterioradas	Inspección	Anual				
	Revisar que no tenga obstrucciones	Inspección	Anual				
	Verificar que el pitón opera fácilmente	Inspección	Anual				
<b>Gabinetes</b>	Revisar el estado general para detectar que no tenga partes corroídas o dañadas	Inspección	Anual				
	La tapa no debe faltar ni ser difícil de abrir	Inspección	Anual				
	Verificar que tenga letrero o identificación, este visible y en buen estado	Inspección	Anual				
	La manguera no debe estar mal enrollada	Inspección	Anual				
	La pintura debe estar en buenas condiciones	Inspección	Anual				
	El gabinete debe estar accesible	Inspección	Anual				
<b>Válvulas para mangueras</b>	Las tuercas storz de las válvulas no deben estar dañadas	Inspección	Trimestral				
	El volante de las válvula debe estar presente y en buen estado	Inspección	Trimestral				
	Revisar que no tenga sellos storz faltantes o deteriorados	Inspección	Trimestral				
	Las válvulas no deben tener filtraciones	Inspección	Trimestral				
	Las válvulas no deben estar obstruidas	Inspección	Trimestral				
<b>Válvulas para mangueras</b>	Se deben probar abriendo y cerrando completamente las válvulas, para verificar que operan correctamente	Prueba	3 Años				
<b>Válvulas para mangueras</b>	Las válvulas de mangueras que no operan fácilmente, no abren totalmente o se filtran se deben lubricar, reparar o reemplazar	Mantenimiento	3 Años				

N/A: No Aplica; Obs: Observación

## **ANEXO C**

### **Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Grifos**

La tabla 41 muestra las rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Grifos

**Tabla 41 Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Grifos**

Componente	Ítem	Actividad	Frecuencia	Bien	Mal	N/A	Obs.
Grifos	Debe estar visible y accesible	Inspección	Anual				
	Revisar si hay filtraciones en las salidas	Inspección	Anual				
	Revisar si hay grietas en el cilindro del grifo	Inspección	Anual				
	Revisar si el acoplamiento storz está en buenas condiciones	Inspección	Anual				
	Verificar que la válvula esté en buenas condiciones y sin fugas	Inspección	Anual				
	Verificar que la tapa storz esté instalada y en buenas condiciones	Inspección	Anual				
	Verificar que esté libre de daño mecánico	Inspección	Anual				
	Verificar que la pintura esté en buen estado y sin corrosión	Inspección	Anual				
	Verificar que tenga letrero o identificación y esté en buen estado	Inspección	Anual				
	Verificar que la barrera esté en buen estado, si aplica	Inspección	Anual				
Grifos	Debe realizarse una prueba de flujo en el grifo hidráulicamente más remoto de cada zona, para verificar que el suministro de agua entrega la presión y el flujo requerido por diseño o pruebas anteriores	Prueba	5 Años				
	Cada grifo se debe abrir completamente y se debe dejar fluir el agua hasta que se hayan eliminado todas las materias extrañas. El flujo debe mantenerse por más de un minuto, hasta que el agua se aclare	Prueba	Anual				
Grifos	Se deben lubricar, para garantizar que todos los vástagos y sellos estén en buenas condiciones de funcionamiento	Mantenimiento	Anual				

N/A: No Aplica; Obs: Observación

## **ANEXO D**

### **Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Bombas de incendio**

La tabla 42 muestra las rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Bombas de incendio

**Tabla 42 Rutinas de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Bombas de incendio**

Componente	Ítem	Actividad	Frec.	Bien	Mal	N/A	Obs.
Sala de bombas	La temperatura no debe ser menor que 4°C , para la sala de bombas con bombas impulsadas por motor diésel con calentadores de motor	Inspección	Semanal				
	La rejilla de ventilación debe estar libre de obstrucciones	Inspección	Semanal				
	La sala de bombas debe estar adecuadamente iluminada	Inspección	Semanal				
Sistema de bombas de incendio	La bomba Jockey debe estar operativa o en servicio	Inspección	Semanal				
	La bomba eléctrica debe estar operativa	Inspección	Semanal				
	La bomba diésel debe estar operativa	Inspección	Semanal				
	Las válvulas de succión y de descarga deben estar totalmente abiertas y bloqueadas	Inspección	Semanal				
	Las válvulas del cabezal de prueba deben estar cerradas y en buen estado	Inspección	Semanal				
	Las válvulas de alivio deben estar libre de daños	Inspección	Semanal				
	Las tuberías deben estar libre de filtraciones	Inspección	Semanal				
	Los manómetros de succión y descarga no deben estar dañados	Inspección	Semanal				
	La lectura del manómetro en la línea de succión debe ser normal	Inspección	Semanal				
	La lectura del manómetro en la línea de descarga debe ser normal	Inspección	Semanal				
	Verificar la exactitud de los manómetros y el flujómetro (Cambiar o recalibrar cuando estén 5% descalibrados)	Inspección	Anual				
	Revisar el juego axial del eje de las bombas	Inspección	Anual				
	Revisar la alineación de los acoples de las bombas	Inspección	Anual				
Sistema eléctrico	La luz piloto del controlador de encendido (power on) debe estar iluminada	Inspección	Semanal				
	Las luces piloto de alarma deben estar apagadas	Inspección	Semanal				
	Revisar si tienen daño el aislamiento de los cables	Inspección	Anual				
	Revisar si existe señal de agua en las partes eléctricas	Inspección	Anual				
Estanque de combustible	El estanque de combustible debe estar lleno como mínimo a dos tercios	Inspección	Semanal				
	Revisar el Interruptor de flotador del estanque de combustible	Inspección	Semanal				
	Revisar las mangueras y conexiones flexibles del estanque de combustible	Inspección	Semanal				
	Revisar si las tuberías están libre de daños	Inspección	Anual				
Sistema de motor diésel	El selector del panel controlador debe estar en posición automático	Inspección	Semanal				
	Todas las luces piloto de alarma deben estar apagadas	Inspección	Semanal				
	El horómetro del motor debe estar en operación y dar lectura (registrar)	Inspección	Semanal				
	El nivel de aceite del motor debe estar normal	Inspección	Semanal				
	Revisar que el nivel del agua de enfriamiento sea normal	Inspección	Semanal				
	El calentador de camisa de agua debe estar funcionando	Inspección	Semanal				
	Revisar el estado de mangueras y conexiones flexibles	Inspección	Semanal				
Revisar la bomba de agua de enfriamiento	Inspección	Semanal					



	Revisar filtraciones del tubo de escape	Inspección	Semanal				
	Revisar la operación de la válvula solenoide de combustible	Inspección	Semanal				
	Inspección general del sistema eléctrico	Inspección	Semanal				
	Revisar los cortacircuitos o fusibles	Inspección	Mensual				
	Revisar el desgaste de los cables por rozamiento cuando están sujetos a movimiento	Inspección	Trimestral				
	Revisar la sección flexible de tubo de escape	Inspección	Semestral				
	Revisar los soportes del sistema de escape	Inspección	Anual				
	Revisar y apretar las conexiones de cables de control y energía	Inspección	Anual				
	Revisar si existe señal de agua en las partes eléctricas	Inspección	Anual				
<b>Baterías</b>	Revisar que el nivel de electrolitos sea el adecuado	Inspección	Semanal				
	Verificar que las luces piloto de las baterías están encendidas o las luces piloto de falla de las baterías están apagadas	Inspección	Semanal				
	Las lecturas de voltaje de las baterías son normales	Inspección	Semanal				
	Las lecturas de corriente de carga de las baterías son normales	Inspección	Semanal				
	Los terminales de las baterías deben estar libres de corrosión, limpios y ajustados	Inspección	Semanal				
	Revisar el cargador y régimen de carga	Inspección	Mensual				
	Verificar que el exterior de la caja este limpio y seco	Inspección	Mensual				
<b>Válvula de Compuerta</b>	Debe estar en la posición normal (abierta)	Inspección	Mensual				
	Debe estar debidamente bloqueada con candado o supervisada	Inspección	Mensual				
	Debe estar accesible	Inspección	Mensual				
	Debe estar libre de daño físico	Inspección	Mensual				
	Debe estar libre de filtraciones	Inspección	Mensual				
	Debe estar provista de identificación apropiada	Inspección	Mensual				
<b>Válvula de Retención</b>	Debe estar libre de daño físico	Inspección	Mensual				
	Debe estar accesible	Inspección	Mensual				
	Verificar que las partes internas operan correctamente, se mueven libremente y están en buenas condiciones	Inspección	5 Años				
<b>Sistema eléctrico</b>	Probar el interruptor de aislamiento y el cortacircuitos	Prueba	Mensual				
	Accionar los medios manuales de arranque (eléctricos)	Prueba	Semestral				
	Inspeccionar y accionar los medios manuales de arranque de emergencia (sin energía), asociado al motor diésel	Prueba	Anual				
<b>Baterías</b>	Probar la densidad especifica o estado de carga	Prueba	Mensual				
<b>Estanque de combustible</b>	Revisar que los respiraderos y la tubería de retorno no este obstruida	Prueba	Anual				
<b>Bomba de incendio</b>	<b>Procedimiento de pruebas sin flujo de agua para el sistema de las bombas, mientras la bomba está en reposo</b>						
	Registrar las lecturas del manómetro de succión y descarga del sistema (Si las lecturas de los manómetros en la succión es mayor a la lectura del manómetro de descarga, puede indicar una filtración del sistema)	Prueba	Semanal				
	Registrar los eventos que se obtienen de los sensores electrónicos de presión que controlan la operación de la bomba de incendio. Si la presión actual, la presión más elevada o más baja está por fuera del rango esperado, se debe identificar la anomalía	Prueba	Semanal				
	Considere el cierre de la válvula de control de descarga de la bomba de incendios antes de la realización de la prueba, para no exponer el sistema a la presión resultante durante la puesta en marcha de la bomba contra incendios. Después de la prueba se debe volver a abrir	Prueba	Semanal				

	<b>Procedimiento de pruebas sin flujo de agua para el sistema de las bombas, mientras la bomba está funcionando (Para los controladores de bombas accionado por presión, simular un inicio automático de la bomba mediante la creación de una caída de presión en la línea de detección del controlador de la bomba. Normalmente, esto se logra abriendo lentamente la válvula de drenaje en la línea de detección, hasta que la bomba se inicie automáticamente. El uso del botón de "inicio" en el controlador de la bomba contra incendios no es aceptable para el propósito de simular un arranque automático)</b>							
	Registrar la presión de arranque de la bomba del interruptor de presión o transductor de presión	Prueba	Semanal					
	Registrar las lecturas del manómetro de succión y descarga del sistema (La diferencia entre estas lecturas indica presión de flujo cero, que debería ser igual a la presión de flujo cero de las especificaciones de la bomba)	Prueba	Semanal					
	Revisar que la empaquetadura de prensaestopas de la bomba muestre una ligera emisión de agua (goteo)	Prueba	Semanal					
	Ajustar las tuercas de las prensaestopas si fuera necesario	Prueba	Semanal					
	La bomba debe girar sin ruido o vibración inusual	Prueba	Semanal					
	Comprobar que no se sobrecalienten las cajas estopera, rodamientos o la carcasa de la bomba	Prueba	Semanal					
	Registrar la lectura del interruptor de presión o transductor de presión y compararla con el manómetro de descarga de la bomba	Prueba	Semanal					
	Registrar los eventos que se obtienen de los sensores electrónicos de presión que controlan la operación de la bomba de incendio. Si la presión actual, la presión más elevada o más baja está por fuera del rango esperado, se debe identificar la anomalía	Prueba	Semanal					
	Verificar que la válvula de alivio opera correctamente	Prueba	Semanal					
	<b>Procedimiento para el motor eléctrico, mientras la bomba está funcionando</b>							
	La bomba eléctrica arranco automáticamente	Prueba	Semanal					
	La bomba eléctrica se hizo funcionar automáticamente por lo menos durante 10 minutos	Prueba	Semanal					
	La bomba eléctrica se debe apagar manualmente después de los 10 minutos	Prueba	Semanal					
	Para controladores de parada automática, registrar el tiempo que la bomba funciona después de arrancar (mínimo 10 minutos)	Prueba	Semanal					
	<b>Procedimiento para motor diésel, mientras la bomba está funcionando</b>							
	La bomba diésel arranco automáticamente	Prueba	Semanal					
	La bomba diésel se hizo funcionar automáticamente por lo menos durante 30 minutos	Prueba	Semanal					
	La bomba diésel se debe apagar manualmente después de los 30 minutos	Prueba	Semanal					
	Observar el tiempo que toma el motor para arrancar	Prueba	Semanal					
	Observar el tiempo que toma el motor para alcanzar la velocidad nominal (El motor debe alcanzar la velocidad nominal dentro de 10 segundos)	Prueba	Semanal					
	Para controladores de parada automática, registrar el tiempo que la bomba funciona después de arrancar (mínimo 30 minutos)	Prueba	Semanal					
	Observar periódicamente el manómetro de presión de aceite del motor, el tacómetro y los indicadores de temperatura del agua y del aceite mientras el motor está en marcha	Prueba	Semanal					
	Revisar que haya flujo de agua de enfriamiento en el intercambiador de calor	Prueba	Semanal					
	<b>Bomba de incendio</b>	<b>La bomba eléctrica debe hacerse funcionar durante un mínimo de 10 minutos.</b>						
		<b>La bomba diésel debe hacerse funcionar durante un mínimo de 30 minutos.</b>						
		<b>Cuando no haya flujo, mientras la bomba está funcionando</b>						

	Registrar las lecturas simultáneas (aproximadamente) de las presiones de succión y descarga de la bomba y flujo de descarga de la bomba	Prueba	Anual					
	Registrar la velocidad de la bomba en rpm	Prueba	Anual					
	Verificar que la válvula de alivio opera correctamente	Prueba	Anual					
	Registrar el voltaje y la corriente de cada motor eléctrico	Prueba	Anual					
	Se consideran aceptables las lecturas del voltaje en el motor que están dentro del 5% por debajo o 10% por encima del valor nominal (placa de identificación)	Prueba	Anual					
	Una desviación superior al 5% de la curva certificada del fabricante, deberá investigarse para descubrir la causa de la desviación encontrada	Prueba	Anual					
	<b>Con flujo nominal, mientras la bomba está funcionando</b>							
	Registrar las lecturas simultáneas (aproximadamente) de las presiones de succión y descarga de la bomba y flujo de descarga de la bomba	Prueba	Anual					
	Registrar la velocidad de la bomba en rpm	Prueba	Anual					
	Verificar que la válvula de alivio opera correctamente	Prueba	Anual					
	Registrar el voltaje y la corriente de cada motor eléctrico	Prueba	Anual					
	Se consideran aceptables las lecturas de voltaje en el motor que están dentro del 5% por debajo o 10% por encima del valor nominal (placa de identificación)	Prueba	Anual					
	Una desviación superior al 5% de la curva certificada del fabricante, deberá investigarse para descubrir la causa de la desviación encontrada	Prueba	Anual					
	<b>Al 150 por ciento del flujo de la capacidad nominal de la bomba contra incendio, mientras la bomba está funcionando</b>							
	Registrar las lecturas simultáneas (aproximadamente) de las presiones de succión y descarga de la bomba y flujo de descarga de la bomba	Prueba	Anual					
	Registrar la velocidad de la bomba en rpm	Prueba	Anual					
	Verificar que la válvula de alivio opera correctamente	Prueba	Anual					
	Registrar el voltaje y la corriente de cada motor eléctrico	Prueba	Anual					
	Se consideran aceptables las lecturas del voltaje en el motor que están dentro del 5% por debajo o 10% por encima del valor nominal (placa de identificación)	Prueba	Anual					
	Una desviación superior al 5% de la curva certificada del fabricante, deberá investigarse para descubrir la causa de la desviación encontrada	Prueba	Anual					
	<b>Alarmas</b>	Se deben simular situaciones de alarma, activando los circuitos de alarma en las ubicaciones de los detectores y se deben observar todos los dispositivos indicadores de alarma locales o remotos (visuales y audibles). Por ejemplo alarmas de bajo nivel de aceite, falla de arranque automático, falla de batería, falla en el cargador de batería, bajo nivel de combustible, baja temperatura del motor y sobrevelocidad	Prueba	Anual				
<b>Sistema de bombas de incendio</b>	Revisar y lubricar los rodamientos de las bombas, según sea necesario	Mantenimiento	Anual					
	Lubricar acoplamiento de las bombas	Mantenimiento	Anual					
<b>Sistema eléctrico</b>	Ajustar las conexiones eléctricas si es necesario	Mantenimiento	Anual					
	Lubricar las piezas mecánicas móviles (excepto los arrancadores y relés)	Mantenimiento	Anual					
	Calibrar la graduación del interruptor automático de presión (presostato)	Mantenimiento	Anual					
	Lubricar los rodamientos del motor	Mantenimiento	Anual					
<b>Estanque de combustible</b>	Limpieza de filtro o tamiz del estanque de combustible	Mantenimiento	Trimestral					
	Drenar el agua y partículas extrañas que decantan en el estanque de combustible	Mantenimiento	Anual					
<b>Sistema de motor diésel</b>	Limpieza del respiradero del cárter de aceite	Mantenimiento	Trimestral					
	Realizar cambio de aceite	Mantenimiento	Anual/50 horas					

	Cambiar el filtro de aceite	Mantenimiento	Anual/50 horas				
	Limpiar el interior del intercambiador de calor	Mantenimiento	Anual				
	Cambiar cortacircuitos o fusibles	Mantenimiento	2 Años				
<b>Baterías</b>	Se deben eliminar la corrosión de las baterías	Mantenimiento	Mensual				
	Se deben limpiar los terminales	Mantenimiento	Anual				
	Se deben cambiar las baterías	Mantenimiento	2 Años				
<b>Válvula de Compuerta</b>	Los vástagos de operación de las válvulas se deben lubricar, luego se debe cerrar completamente y reabrir para probar su operación y distribuir el lubricante	Mantenimiento	Anual				
<b>Cajas, paneles y gabinetes</b>	Se le debe hacer una limpieza	Mantenimiento	Semestral				

Frec: Frecuencia; N/A: No Aplica; Obs: Observación; C/Op: Cada operación

**ANEXO E**

**Base de datos red contra incendios**

**ANEXO F**

**Plano ubicación de grifos en Planta Arauco**