UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR-JOSÉ MIGUEL CARRERA

PROPUESTA DE DISEÑO DE MÁQUINA NEUMÁTICA ENROLLADORA DE MANGUERAS PARA BOMBEROS

Trabajo de Titulación para optar al Título de Ingeniero de Ejecución en MECÁNICA DE PROCESOS Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

Alumno:
Sr. Alex Marcelo Tapia Reinoso

Profesor Guía:
Ing. Eduardo Vidal Páez.

2018

RESUMEN

Keywords: BOMBEROS DE CHILE, MOTOR NEUMÁTICO, MANGUERAS DE BOMBEROS.

En este proyecto se propone el diseño de una máquina que supla la tarea de enrollamiento y lavado de mangueras de bomberos en las labores post-incendios, específicamente para implementarse en un carrobomba de la Segunda Compañía de Bomberos de La Calera, ubicada en el centro de la comuna de La Calera, Provincia de Quillota, la cual busca optimizar los tiempos de trabajo y el rendimiento del agua en el proceso, además de mitigar el esfuerzo físico realizado por los bomberos y mejorar la ergonomía al realizar dicha labor manualmente.

Se propone diseñar una máquina neumática enrolladora de mangueras para bomberos, que dé una solución a la problemática descrita, dentro de aspectos generales de estos, dando a conocer el método de enrolle actual de las mangueras. Se investigan métodos y formas de trabajo al momento del enrolle, haciendo alusión a normativas las cuales permitan realizar el diseño de acuerdo con los requerimientos técnicos mínimos necesarios para la solución del problema.

El capítulo uno presenta a los bomberos y su función haciendo mención del trabajo que realizan, se realiza un marco histórico haciendo referencia a la trascendencia de bomberos en Chile, exponiendo el porqué de su fundación y su labor en el país. También presenta la problemática que está afectando en el post-trabajo de un incendio. Se presentan antecedentes generales del equipamiento y también se da una propuesta para una posible solución a la problemática.

En el segundo capítulo se plantea un marco teórico el cual presenta de forma técnica los métodos de enrolle de las mangueras como también la tecnología utilizada para realizar este propósito. También se plantea un marco normativo legal en el cual se presenta la norma de construcción de las mangueras de bomberos y leyes asociadas al trabajo seguro y sin efectos sobre la salud del operador. Finalmente se presenta la propuesta de solución para posterior descripción y diseño.

El capítulo tres presenta la propuesta de solución de manera técnica, apoyando su confección mediante cálculos para determinar las características principales de la máquina como velocidad, potencia necesaria y verificando que el principio de funcionamiento planteado cumpla con estas necesidades. Además, se realiza un análisis de los costos de fabricación y puesta en marcha de la máquina

Con el diseño de la máquina se busca acortar los tiempos de enrolle y limpieza de una manguera de 18 metros de largo a 1 minuto y reducir el consumo de agua a 50 litros por manguera máximo, de esta manera aliviar el esfuerzo físico del personal de bomberos, mejorar la ergonomía en el trabajo y asegurar la vida útil de las mangueras.

Para analizar los costos de fabricación de la máquina, tomando en cuenta estructura, cadena cinemática y partes móviles, se realizó una cotización de los componentes y se presentó un detalle de los valores en UF, determinando que fabricar y poner en marcha la maquina tendría un costo de 121,46 UF, equivalente a la fecha (30-07-2018), es de $3.350.400 CLP. El costo total de fabricación se puede financiar por parte del Cuerpo de Bomberos de La Calera, debido a que la realización de esta no generará pérdidas para la institución y además velará por el buen trabajo de los voluntarios.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN 1

OBJETIVOS 3

OBJETIVO GENERAL 3

OBJETIVOS ESPECIFICOS 3

CAPÍTULO 1: ESTADO DEL ARTE DE BOMBEROS DE CHILE 5

1.1. BOMBEROS DE CHILE 7

1.2. MARCO HISTÓRICO DE BOMBEROS DE CHILE COMO INSTITUCIÓN. 7

1.2.1. Historia del origen de los Cuerpos de Bomberos en Chile 7

1.2.2. Los Cuerpos de Bomberos y sus Compañías 8

1.2.3. Desarrollo de un llamado de emergencia y la labor de bomberos 9

1.3. 2°DA COMPAÑÍA DE BOMBEROS DEL CUERPO DE BOMBEROS DE LA CALERA 10

1.4. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN Y ANTECEDENTES 12

1.4.1. Carro MERCEDES BENZ modelo ATEGO 1629F 4X2 12

1.4.2. Mangueras de 52 [mm] son de 15 [m] o 25 [m] de largo 15

1.4.3. Mangueras de 75 [mm] son de 15 [m] de largo 15

1.4.4. Cuidados y mantenimiento de manguera 15

1.5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 16

CAPÍTULO 2: TECNOLOGÍAS, MARCO LEGAL Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN ASOCIADOS A LAS TÉCNICAS DE ENROLLAMIENTO 17

2.1. MARCO REPRESENTATIVO 19

2.2. TÉCNICAS Y EQUIPAMIENTOS UTILIZADOS EN EL ENROLLE DE MANGUERAS DE BOMBEROS 19

2.2.1. Métodos de enrollado de mangueras de bomberos 19

2.2.2. Carretes para enrollar mangueras Hannay 21

2.2.3. Enrolladores de Manguera Motorizados marca FLEXBIMEC 22

2.2.4. Enrollador motorizado con mando y aspirador marca WORKY 23

2.3. MARCO NORMATIVO LEGAL (NORMAS, LEYES Y REGLAMENTOS) 24

2.3.1. Ley N° 20.001: Regula el peso máximo de carga humana 24

2.3.2. Decreto Supremo N° 63: Aprueba reglamento para la aplicación de la ley Nº 20.001, que regula el peso máximo de carga humana 25
2.3.3. NFPA 1961 (2007): Norma sobre mangueras para incendios 26
2.4. CONDICIONES TÉCNICAS EXISTENTES, QUE DEBEN SER CUBIERTAS POR EL DISEÑO DE LA MÁQUINA QUE SE QUIERE DESARROLLAR.27
2.4.1. Tipos de mangueras 28
2.4.2. Pesos de mangueras 28
2.4.3. Tiempo ideal de enrolle.....28
2.4.4. Agua estimada a utilizar en lavado 28
2.5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN 28
2.5.1. Máquina neumática enrolla mangueras.....29
2.5.2. Descripción básica de la propuesta de solución "Maquina Neumática Enrolla Mangueras" 29

CAPITULO 3: CÁLCULOS DE DISEÑO DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN Y COSTOS ASOCIADOS A LA FABRICACIÓN.....31
3.1. DETERMINACION DE CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO...33
3.1.1. Velocidad de trabajo 33
3.1.2. Fuerza requerida.....34
3.1.3. Potencia requerida.....34
3.1.4. Par necesario para el motor.....34
3.2. MOTOR NEUMÁTICO Y ALIMENTACIÓN.....35
3.2.1. Alimentación.....36
3.2.2. Cálculos asociados al consumo de aire 37
3.3. CÁLCULO DE ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA 37
3.3.1. Peso de cuerpo de la máquina.....38
3.3.2. Peso de capó de la estructura 39
3.3.3. Peso de escobillas.....39
3.4. CÁLCULO DE COMPONENTES FUNCIONALES 39
3.4.1. Rieles telescópicos 39
3.4.2. Longitud y carrera necesaria del riel.....39
3.4.3. Rieles telescópicos ROLLON.....40
3.4.4. Cálculo de resistencia de rieles 41
3.5. CÁLCULO DE CARGAS SOBRE EL EJE DEL MOTOR.....41
3.6. INSTALACIÓN DEL MOTOR.....43
3.6.1. Preparación del aire.....43
3.6.2. Lubricación 44

3.6.3. Instalación 44
3.7. CONSUMO DE AGUA 45
3.8. COSTOS ESTIMADOS PARA EL DISEÑO 46
3.9. COMPONENTES DE LA CADENA CINEMATICA 46
3.9.1. Rodamiento rígido de bolas. 46
3.9.2. Escobillas de limpieza 46
3.9.3. Motor neumático 47
3.9.4. Resumen de costos de componentes de la cadena cinemática 47
3.10. CONPONENTES DE LA ESTRUCTURA Y SU FABRICACIÓN 47
3.10.1. Palatal A-430 48
3.10.2. Plancha de acero ASTM A36 48
3.10.3. Esmalte sintético triple acción metal 48
3.10.4. Rieles Telescópicos 48
3.10.5. Pernos de fijación 48
3.10.6. Resumen de costos de los elementos estructurales 48
3.11. CIRCUITO NEUMÁTICO DE LA MÁQUINA 49
3.12. COSTOS DE FABRICACIÓN, OPERACIÓN Y PUESTA EN MARCHA 50
3.12.1. Costo de operación 50
3.12.2. Costo de fabricación y puesta en marcha 50
3.13. TABLA RESUMEN DE COSTO TOTAL DE MAQUINA NEUMÁTICA ENROLLA MANGUERAS 51

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 53
BIBLIOGRAFÍA 55

ANEXOS 57
ANEXO A: FICHA TÉCNICA 59
ANEXO B: PLANOS 63
ANEXO C: PROPIEDADES RESINA 67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Ubicación 11
Figura 1-2. Carro Mercedez Benz modelo ATEGO 1629F 12
Figura 1-3. Bomba NH-35 de carro Mercedes Benz modelo ATEGO 1629F 15
Figura 2-1. Manguera enrollada con acople al centro 20
Figura 2-2. Manguera enrollada con dos acoples encima 20
Figura 2-3. Vista en corte de carrete hannay 21
Figura 2-5. Carrete eléctrico FLEXBIMEC 23
Figura 2-6. Carrete motorizado WORKY 24
Figura 2-7. Máquina neumática enrolla mangueras 29
Figura 2-8. Cabezal de limpieza 30
Figura 3-1. Motor LZB 33LB AR0005-11 35
Figura 3-2. Acumulador de aire de carro bomba 36
Figura 3-3. Compartimiento del carro 40
Figura 3-4. Cargas que afectan el eje del motor 42
Figura 3-5. Circuito de preparación de aire 44
Figura 3-6. Circuito neumático completo 45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3-1. Curva característica del motor LZB 33LB AR0005-11 36
Gráfico 3-2. Largos de eje según la carga resistida 42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Características de motor neumático LZB 33LB AR0005-11 35
Tabla 3-2. Datos técnicos acumulador de aire 37
Tabla 3-3. Propiedades Palatal A-430 38
Tabla 3-4. Características de rieles ROLLON 41
Tabla 3-5. Diámetro de mangueras y conexiones del motor 43
Tabla 3-6. Costos de componentes involucrados en Cadena Cinemática 47

Tabla 3-7. Costos de los elementos involucrados en la estructura 49
Tabla 3-8. Costos de los elementos de circuito neumático 49
Tabla 3-9. Costo total del proyecto 51

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A	: Amper.
Ah	: Amper hora.
AISI	: Instituto Americano del Hierro y Acero.
Bar	: Unidad de Presión.
Cia	: Compañía de Bomberos.
CLP	: Peso chileno.
CONAF	: Corporación Nacional Forestal.
cSt	: Centistoke
ft	: Pie.
HP	: Caballo de fuerza.
Hz	: Hertz.
in	: Pulgada.
kg	: Kilógramo.
km	: Kilómetro.
kW	: Kilo Watt.
L	: Litro.
L/seg	: Litro por segundo.
lpm	: Litro por minuto.
m	: Metro.
m/min	: Metros por minuto.
m/s	: Metros por segundo.
MHz	: Mega Hertz.
min	: Minuto.
mm	: Milímetro.
n	: Vueltas.
NFPA	: Asociación Nacional de Petróleo contra el Fuego.
Nm	: Newton metro.
P	: Potencia.
psi	: Libra por pulgada cuadrada, unidad de presión.
r	: Radio.
rad/seg	: Radianes por segundo.
Rev	: Revoluciones.
rpm	: Revoluciones por minuto.
T	: Par de torque.

UF	: Unidad de Fomento.
v	: Velocidad tangencial.
V	: Volt.
Vcc	: Volt corriente contínua.
w	: Velocidad angular.
W	: Watt.
π	: Pi

INTRODUCCIÓN

Bomberos de Chile es una institución sin fines de lucro, la cual presta servicio a la comunidad acudiendo a diversos tipos de emergencias, el principal objetivo de bomberos es el ataque de incendios estructurales, lo cual ha ido cambiando con el tiempo transformándose en profesionales de la emergencia ya que se han ido especializando en más áreas como; incendios forestales, rescate, materiales peligrosos, entre otros.

Existe una problemática no tratada dentro de la labor de bomberos, específicamente post-incendios, la cual consta del enrollamiento y lavado de mangueras de ataque de incendios. Para esto se plantea una solución automatizada, para así poder facilitar y agilizar el trabajo de bomberos, mediante la posible introducción de un nuevo producto al mercado

A continuación se presentan una serie de antecedentes recopilados para el futuro diseño de una máquina que cumpla con los objetivos de la problemática a cabalidad, se presentan los equipamientos de bomberos, historia de estos en Chile, algunas normas y leyes asociadas a su labor y finalmente se hace una recopilación de costos de los componentes de la máquina, para estimar el valor de su fabricación y posterior puesta en marcha, para analizar la posible viabilidad de costear esta máquina como cuerpo de bomberos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Proponer un diseño de máquina neumática enrolladora de mangueras de bomberos, reduciendo tiempos de operación y bajando el consumo de agua.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Describir la acción de bomberos en las labores de post-trabajo de incendios, haciendo referencia a los aspectos generales de sus métodos de trabajo asociados a la limpieza de mangueras

2. Investigar métodos y formas de trabajo al momento del enrolle de las mangueras de bomberos, tomando como referencia normas y aspectos legales para la propuesta del diseño.

3. Realizar propuesta de diseño, de acuerdo con los requerimientos técnicos para la máquina neumática enrolladora de mangueras para bomberos, especificando los costos asociados a la fabricación.

CAPÍTULO 1: ESTADO DEL ARTE DE BOMBEROS DE CHILE

1. ESTADO DEL ARTE DE BOMBEROS DE CHILE

En este capítulo se presentará a los bomberos y su función haciendo mención del trabajo que realizan, se realiza un marco histórico haciendo referencia a la trascendencia de bomberos en Chile, exponiendo el porqué de su fundación y su labor en el país. También presenta la problemática que está afectando en el post-trabajo de un incendio. Se presentan antecedentes generales del equipamiento y también se da una propuesta para una posible solución a la problemática.

1.1. BOMBEROS DE CHILE

Se realiza una recopilación de información general referente a bomberos de Chile y de la Segunda Compañía de la Calera, tanto como historia, equipamiento y su labor, identificando la problemática existente.

1.2. MARCO HISTÓRICO DE BOMBEROS DE CHILE COMO INSTITUCIÓN

1.2.1. Historia del origen de los Cuerpos de Bomberos en Chile

Hacia la medianoche del 15 de diciembre de 1850, en una cigarrería de la calle Cruz de Reyes en Valparaíso, estalló un incendio que se propagó rápidamente a las casas colindantes. Los propios vecinos trataron de contener el fuego y el propio Intendente de la época, almirante Manuel Blanco Encalada, participó en las tareas de salvamento, mientras el fuego arrasaba bodegas, casas y rancheríos. La ayuda de las bombas y la tripulación de dos barcos de guerra, uno francés y otros ingleses, se sumaron a los esfuerzos de los moradores y del cuerpo de cívicos, especie de conscripción de la época. El siniestro logró ser sofocado al día siguiente, no obstante, en la noche cuando los combatientes se habían retirado, el fuego reapareció, repitiéndose el trabajo de la noche anterior.

Al día siguiente del siniestro, el Diario El Mercurio, informa de la "necesidad de organizar de antemano el trabajo de los incendios", llamado que encontró respuesta en un

grupo de connotados vecinos que se reunieron el 19 de diciembre en la sala de la Intendencia, presidida por Santiago Melo (subrogante del intendente Manuel Blanco Encalada), donde los vecinos asistentes decidieron crear una comisión organizadora que propusiera medidas para combatir los incendios. Esta comisión, tuvo la función primera de solicitar los fondos necesarios a las autoridades, además de tomar algunas medidas preventivas para evitar los incendios, como lo era la limpieza de chimeneas y una mayor vigilancia policial.

Posteriormente se incorporaron otros vecinos a las comisiones de organización y financiamiento; una estaba a cargo de formar definitivamente la organización de los bomberos voluntarios. La otra a cargo del financiamiento y adquisición del material necesario para la creación de las primeras compañías.

Con el eficiente trabajo de los vecinos que conformaron las distintas comisiones, más el decidido apoyo de las autoridades locales, se convoca a una asamblea general:

"Bomba de incendio: la comisión nombrada para organizar los Cuerpos Independientes de Bomberos, suplican a todos los que se han suscrito en algunas de las listas, como a los que, sin estar suscritos, desean formar parte en la formación de los Cuerpos, se reúnan el miércoles próximo 30 de abril a las ocho de la noche en el teatro de La Victoria. Las listas se hallan en las casas de los comisionados Juan Brown, Eduardo Mickle, Otto Ude y Guillermo Müller".

Así decía el aviso publicado en el diario El Mercurio de Valparaíso, para convocar a la comunidad a la formación del que sería el Primer Cuerpo de Bomberos de Chile, que comenzó a operar oficialmente el 30 de junio de ese año con cuatro compañías.

Con el pasar del tiempo otras localidades decidieron emular a Valparaiso, es así como entre 1851 y 1899, surgieron 38 Cuerpos de Bomberos, los cuales se financiaban gracias a su prestigio ante la comunidad y a la solvencia económica de sus miembros, lo que les permitía adquirir modernos equipos. Entre 1930 y 1970, surgen 177 nuevos Cuerpos, pero estos ya no cuentan con la rica aristocracia del siglo XIX, sino que con hombres que provienen de la naciente clase media, lo que dificulta su financiamiento con la contribución de sus propios miembros y comienzan a depender, cada vez más, de los eventuales aportes externos.

1.2.2. Los Cuerpos de Bomberos y sus Compañías

Como el Cuerpo de Bomberos requiere para su subsistencia participar activamente de la vida en sociedad, adopta la forma legal de una Corporación de Derecho Privado. De esta forma el Cuerpo de Bomberos estará dotado de personalidad jurídica y

patrimonio, siendo su principal característica la ausencia de lucro, la voluntariedad y gratuidad de los servicios prestados por sus integrantes.

Cada Cuerpo de Bombero será integrado por una o más compañías, que estarán situadas dentro del territorio de la comuna o agrupación de comunas, en las cuales prestan sus servicios, contando para dicho fin con bomberos debidamente capacitados, material mayor y menor, cuarteles y toda una organización jerárquica y disciplinada, regulada por sus estatutos y reglamentos.

Cada Compañía de bomberos es presidida por el director, quien la representa a su vez en el Directorio General del respectivo Cuerpo de Bomberos. La oficialidad de la Compañía está integrada, además, por el Capitán, secretario, Tesorero, los tenientes que el servicio requiera y los voluntarios.

Al interior de cada Cuerpo existen diversos órganos que actúan dentro del ámbito y fuera de su competencia, la cual le es otorgada por sus estatutos y reglamentos internos, siendo sus principales órganos: el Directorio General, el Consejo de Oficiales Generales y un Consejo Superior de Disciplina.

1.2.3. Desarrollo de un llamado de emergencia y la labor de bomberos

Todos los Cuerpos de Bomberos disponen de una Central de Alarmas, con personal que registra la llamada y mediante planos especiales (en algunos casos digitalizados, como en el Cuerpo de Bomberos de La Calera), ubican el lugar y determinan qué Compañías, dependiendo de su especialidad, deben responder esa alarma, procediéndose al despacho mediante sistemas radiales.

De acuerdo con la naturaleza de la emergencia, el despacho puede movilizar a más de una Compañía incluyendo, cuando es necesario, a las Unidades Especializadas. Si no hay Bomberos en el Cuartel, el Carro sale de todos modos y los Voluntarios se informan del lugar del llamado mediante sus receptores de radio, y se dirigen directamente al siniestro, sabiendo que en el Carro encontrarán el equipo necesario para actuar.

Con el objetivo de poder dar respuesta a las emergencias que se produzcan en la noche se cuenta con las Guardias Nocturnas: que está formada por Voluntarios que duermen en el cuartel, en dormitorios especialmente habilitados.

El primer carro que llega al lugar del siniestro entrega radialmente a la central un pre-informe, en el cual dice lo que ve y, si es necesario, dispone la movilización de recursos adicionales.

Cuando se requiere, la Central solicita apoyo a Cuerpos de Bomberos vecinos, ya sea para colaborar directamente en el siniestro o para estar atentos por si surge un nuevo llamado, en cuyo caso se harán cargo de él.

También la Central se encarga de comunicarse con las demás Instituciones que deben participar en la emergencia: Carabineros, Salud, CONAF y las empresas que suministran agua, electricidad y gas.

El oficial de mayor graduación o el bombero más antiguo que se encuentre en el siniestro asume el mando de inmediato. Si posteriormente se hace presente un Bombero de mayor rango, éste quedará a cargo del siniestro con previa entrega de información por parte del bombero que cede el mando.

La primera función del Bombero a cargo es efectuar una evaluación del problema. Para ello debe considerar qué sucede, qué riesgos hay para la vida, para el medio ambiente y la propiedad, qué factores pueden agravar la situación (por ejemplo, condiciones climáticas o materiales peligrosos) y de qué recursos se dispone. De acuerdo con ello, dispone las acciones, pide apoyo adicional, supervisa la ejecución de sus órdenes y revalúa la situación para irse adaptando a la evolución del problema.

En el manejo de un siniestro la primera prioridad es salvar vidas, y por ello los primeros esfuerzos se orientan a ubicar las personas que estén en riesgo, para llevarlas a un lugar seguro.

Una vez que se ha despejado el lugar de personas comprometidas, se debe procurar que el problema no se propague. Una vez que se tiene la garantía de que el problema ha sido confinado, se pueden orientar los esfuerzos a suprimirlo.

Una vez controlado el siniestro, en el caso de los incendios, el comandante del Cuerpo de Bomberos que atendió la emergencia debe preparar un informe señalando el origen y la causa del incendio. Esto implica la realización de una investigación, que es efectuada normalmente por el Departamento de Estudios Técnicos del Cuerpo.

1.3. 2°DA COMPAÑÍA DE BOMBEROS DEL CUERPO DE BOMBEROS DE LA CALERA

El cuerpo de Bomberos de la Calera se encuentra ubicado en la ciudad de La Calera, en la calle Aldunate #341, fue fundado el 11 de diciembre de 1920 en la ciudad de La Calera (Figura 1-1).

Fuente: Google Maps

Figura 1-1. Ubicación

La Segunda Compañía Carlos Alfaro Cortes fue fundada el 10 de julio de 1928 como compañía de escalas. En el mismo año de fundación de la compañía muere su primer Mártir en acto de servicio Don Carlos Alfaro Cortes, por el cual lleva su nombre la compañía, recibiendo una descarga eléctrica en un incendio, en la única vivienda con energía eléctrica de la ciudad en la época.

Con el pasar de los años la ciudad fue creciendo y se hizo necesario que la compañía también jugara otro rol en el combate de incendios y teniendo en cuenta el alto número de incendios del tipo forestal, adquirió su primer carro de agua para el combate de incendios forestales

Por la ciudad de la calera cruzan 6 [km] de la carretera 5 norte y 4 [km] de la carretera internacional 60 CH, por lo que se hizo necesario especializarse en el área de rescate vehicular.

Actualmente la segunda compañía cuenta con 2 unidades operativas, una de tipo forestal marca Renault Camiva Midlum 220 y un Mercedez Benz Atego 1629, para primera intervención de incendios estructurales y rescate vehicular, rescate en altura y rescate en incendios.

La segunda compañía de bomberos actualmente acude a un promedio de 300 llamados a emergencias por año de los cuales 180 son incendios (estructurales, forestales, vehiculares o industriales). Cuenta actualmente con 54 voluntarios de los cuales son 34 activos en constante capacitación para brindar un servicio de calidad a la comunidad.

1.4. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN Y ANTECEDENTES

La Segunda CIA de Bomberos de La Calera cuenta con 2 carros de combate de incendio, un carro Renault Camiva Midlum 220 de tipo forestal con un estanque de 3000 [L] y un Mercedez Benz Atego 1629 (Figura 1-2) convencional con 3000 [L] de capacidad. En cada unidad se consta con 10 mangueras de 52 [mm] de diámetro y 10 mangueras de 75 [mm] de diámetro con uniones storz.

Fuente: Fotografía propia para proyecto

Figura 1-2. Carro Mercedez Benz modelo ATEGO 1629F

1.4.1. Carro MERCEDES BENZ modelo ATEGO 1629F 4X2

1.4.1.1. Chasis

El vehículo se presenta sobre un chasis comercial marca Mercedes Benz, modelo ATEGO 1629F, cuenta con un motor L6 LA Euro V de 286 [HP], usa combustible diesel con una capacidad de estanque de 125 [L]. Su sistema eléctrico es de 24 [V], con un alternador de 28 [V] / 100 [A]. Por otra parte, cuenta con una transmisión automática TELLIGENT MB, tracción 4x2 y una toma de fuerza PTO para activación de la bomba.

Cuenta también con dirección hidráulica y una suspensión de paquete de resortes y amortiguadores telescópicos delantero, suspensión mecánica trasera, neumáticos de rodado simple delantero 275/80 R22.5 direccionales, rodado doble trasero 275/80 R22,5

traccionales. Sistema de frenado neumático de disco en eje delantero y trasero, el carro cuenta con un doble circuito de aire, diseño especial para vehículo de bomberos con 10 [bar] de presión, ajuste de frenos automático, sistema ABS sobre todas las ruedas y secador de aire comprimido. El freno de parking se acciona sobre el eje trasero y son resortes controlados por presión de aire.

Tanto el eje delantero y trasero son reforzados para trabajo con carga constante, peso permisible para eje delantero son 6.100 [kg] y eje trasero son 11.500 [kg], dando un total de 16.600 [kg]. El Largo total es de 7.477 [mm], ancho 2.500 [mm] y una altura de 3150 [mm].

1.4.1.2. Sistema Motorizado

El tipo de motor es Diesel, con sistema de detección de fallas en el panel. Cumple normas de emisiones EURO 5, vigente en Chile al momento de la recepción incluido el 4to año de contrato.

El freno de motor es de restricción de válvulas TOP BRAKE se acciona automáticamente cuando el conductor libera el pedal del acelerador y cuenta con switch en la cabina para su desactivación cuando el conductor así lo requiera. Adicionalmente, el freno de motor se complementa con el freno de restricción de los gases del escape.

El sistema TOP BRAKE, en conjunto con el freno de restricción de los gases del escape entrega una potencia de frenado de más del 75% de la potencia del motor.

También cuenta con calentador de Motor eléctrico, 220 [V] 50 [Hz] aplicado al circuito de refrigeración. Se incluye un cargador mantenedor Baterías, operable con simple conexión a 220 [V] 50 [Hz], conectado mediante un enchufe cercano a la cabina mediante un sistema de seguridad que evita la puesta en marcha del vehículo. Además, un calentador de petróleo Diesel aplicado al filtro primario.

La descarga de gases es atmosférica, se realiza por el costado izquierdo bajo el chasis, de acuerdo con la normativa vigente de Chile, por donde no afecta al operador.

El Atego no posee el sistema de detención equipado con Turbo Timer. Los motores fabricados por Mercedes Benz están equipados con Turbo alimentadores que por su diseño, no requieren sistema de protección adicional. Para cautelar la integridad y correcto enfriamiento del turbo alimentador, Mercedes Benz diseña este componente de manera tal que en la conducción normal, se genera un enfriamiento adecuado para su correcto cuidado y para cuidar la vida útil en el tiempo.

1.4.1.3. Equipo de Bombeo

La fuerza motriz, PTO desde la Transmisión del Vehículo (Motor), cuenta con una bomba Rosenbauer, modelo NH-35. El material de construcción de la bomba es de bronce, junto con el impulsor y el eje de acero inoxidable.

La bomba Rosenbauer NH-35, puede generar alta presión y baja presión en forma simultánea, alta presión para el manguerín de primeros auxilios y baja presión para el manifold.

Además, está exenta de mantenimiento por horas de uso, solo se efectúa mantención a la transmisión y a la bomba de cebado una vez al año en conjunto con las mantenciones del vehículo.

Gracias a la integración total de la etapa de alta presión a la bomba de presión normal se producen también importantes beneficios tales como:

- No hay sellos adicionales a pesar de la bomba de alta presión.
- La alta presión puede ser conectada y desconectada en cualquier velocidad de giro dada la característica especial de la válvula de accionamiento de la alta presión.
- Reducción ostensible del ruido de la bomba. En el trabajo con alta presión la válvula pasa agua de la etapa de baja presión a los impulsores de alta presión. En trabajo con baja presión no hay agua en los impulsores de alta presión.
- Reducción notoria del ruido de la bomba.

La bomba Rosenbauer NH-35, dispone de un sistema que evita la cavitación. El sistema impide que la bomba se encuentre acelerada si no existe agua evitando la cavitación, llevando el motor a velocidad de ralentí. Una vez que la bomba vuelve a tener agua suficiente para un trabajo normal, esta vuelve automáticamente a la presión que se encontraba trabajando antes de activarse el sistema de auto protección. Asimismo, una alarma sonora se activará cuando la bomba se encuentre sin agua.

La capacidad de desalojo nominal en baja presión es de 3.000 [lpm], medida a una altura de succión negativa de 3 [m] con una presión de descarga para la bomba de 10 [bar]. Su rango de presión de descarga nominal en baja presión es de 0 a 20 [bar].

La capacidad de desalojo nominal en alta presión es de 400 [lpm] a 40 [bar] como presión de descarga, aplicada sólo al manguerín de primeros auxilios, el cual resiste dichas presiones con una presión de ruptura de 55 [bar]. Su rango de presión de descarga nominal en alta presión es de 0 a 45 [bar]. (Figura 1-3)

Fuente: Fotografía propia para proyecto

Figura 1-3. Bomba NH-35 de carro Mercedes Benz modelo ATEGO 1629F

1.4.2. Mangueras de 52 [mm] son de 15 [m] o 25 [m] de largo

- Las de 15 [m] con sus uniones instaladas pesa aprox. 11 [kg].
- Las de 25 [m] con sus uniones instaladas pesa aprox. 16 [kg].

1.4.3. Mangueras de 75 [mm] son de 15 [m] de largo

- Con las uniones instaladas pesa aprox. 18 [kg].

1.4.4. Cuidados y mantenimiento de manguera

A continuación, se dan algunas recomendaciones para el cuidado de una manguera, que dan seguridad al usuario de posibles lesiones a causa del mal estado de este accesorio:

- Evite poner la manguera sobre esquinas ásperas y/o que tenga filo.
- Protéjalas con puentes, no permita que los vehículos las pisen.
- Evite el cierre repentino del pitón, para prevenir el "golpe de ariete".
- Cambie la posición de los dobleces en la manguera cada vez que la enrolle para guardarlas sobre los vehículos.
- Evite las presiones excesivas de la bomba en las líneas de mangueras.
- Proteja las mangueras del calor excesivo o del fuego cuando sea posible. Evite dejar caer y/o arrastrar los acoples.

- No permita que la manguera quede en un área caliente después que se haya secado.
- No secar las mangueras contra incendio sobre pavimento caliente.
- Saque las mangueras del vehículo periódicamente, lávelas con agua pura y séquelas completamente. Examine los acoples cuando se lave la manguera.

1.5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Bomberos de Chile acude a numerosas emergencias de distinto tipo, también con distinto desgaste físico para las personas de la institución, por ejemplo; luego de un incendio forestal de largo aliento y en condiciones geográficas complejas, se produce un desgaste aún mayor al personal.

Al momento de terminar un incendio, ya sea forestal, estructural, industrial o del tipo que sea, bomberos debe lavar y enrollar sus mangueras antes de guardar la unidad (carro de bomba). En este proceso pueden llegar a demorarse más de una hora y también utilizan grandes cantidades de agua en el desarrollo del trabajo, llegando a alcanzar hasta los 3000 [L].

El proceso de lavado de las mangueras consiste en estirarlas sobre el suelo, aplicar agua libremente con otra manguera y escobillarlas mientras se aplica agua. Las mangueras cuando se encuentran sin agua en su interior toman una forma plana, por lo tanto, el proceso de lavado debe realizarse por ambos lados de éstas, es por esto por lo que una vez realizado el proceso por un lado se voltean de forma manual para limpiar el otro lado, cabe destacar que al darles vuelta no se garantiza una limpieza pulcra debido a que la cara limpia vuelve a ponerse en contacto con el suelo. Después de lavarlas por ambos lados, bomberos debe enrollarlas y posterior guardarlas en el respectivo carro bomba.

Mediante lo mencionado es posible afirmar que los principales problemas presentes en el trabajo post incendio realizado por el personal de bomberos, están relacionados al sobre esfuerzo físico que deben realizar estos para dejar las mangueras limpias. Este proceso es realizado de forma manual y en el suelo, por lo cual el personal se encontrara trabajando en una posición que puede causar enfermedades ocupacionales posterior en el tiempo, además destacar el alto consumo de agua en la labor, afectando directamente en el medio ambiente por el mal uso de este vital recurso y por ultimo mencionar que no se puede garantizar el máximo tiempo en la vida útil de las mangueras, debido a que estas al lavarse en el suelo, siempre quedaran con residuos de este, los cuales deterioran las capas superficiales de las mangueras.

CAPÍTULO 2: TECNOLOGÍAS, MARCO LEGAL Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN ASOCIADOS A LAS TÉCNICAS DE ENROLLAMIENTO

2. TECNOLOGÍAS, MARCO LEGAL Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN ASOCIADOS A LAS TÉCNICAS DE ENROLLAMIENTO

En este segundo capítulo se planteará un marco teórico el cual presenta de forma técnica los métodos de enrolle de las mangueras como también la tecnología utilizada para realizar este propósito. También se plantea un marco normativo legal en el cual se presentan la norma de construcción de las mangueras de bomberos y leyes asociadas al trabajo seguro y sin efectos sobre la salud del operador. Finalmente se presenta la propuesta de solución para posterior descripción y diseño.

2.1. MARCO REPRESENTATIVO

En el siguiente capítulo se hace referencia a la técnica de enrolle y distinta tecnología utilizada para este propósito, además se habla del ámbito legal asociado a la construcción de mangueras y leyes de protección de la salud de los operadores.

2.2. TÉCNICAS Y EQUIPAMIENTOS UTILIZADOS EN EL ENROLLE DE MANGUERAS DE BOMBEROS

Es necesario considerar para solucionar la problemática los tipos de enrollados de mangueras, además comprender principios de funcionamiento de los sistemas que se usan en la actualidad para lograr dicho propósito.

2.2.1. Métodos de enrollado de mangueras de bomberos

2.2.1.1. Enrollado con un acople al centro

Este enrollamiento básico consiste en empezar por un extremo, usualmente por el acople macho, y seguir hasta el otro extremo. Cuando está terminado, el extremo hembra está expuesto, con el extremo macho protegido en el centro del rollo. Este enrollado se hace en sentido contrario a las mangueras fuera de servicio por mal estado, para distinguir una de otras. (Figura 2-1)

Fuente: Imágenes de Internet

Figura 2-1. Manguera enrollada con acople al centro

2.2.1.2. Enrollado con los dos acoples encima

Este enrollado tiene la ventaja de que ambos acoples están disponibles por la parte exterior del rollo y que hay un menor riesgo que la manguera haga un espiral o se tuerza al desenrollarse. (Figura 2-2)

Fuente: Imágenes de Internet

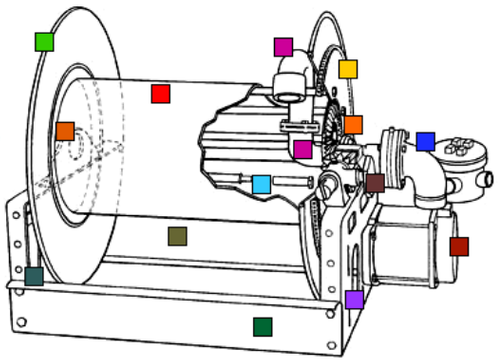
Figura 2-2. Manguera enrollada con dos acoples encima

2.2.1.3. Enrollado con los dos acoples paralelos

Es más adaptable a las mangueras de 52 [mm], aunque se puede usar en mangueras de 75 [mm]. Su propósito es hacer un rollo compacto que puede ser transportado y acarreado en aplicaciones especiales.

2.2.2. Carretes para enrollar mangueras Hannay

Anatomía de un Carrete de manguera Hannay. (Figura 2-3)



Fuente: Catálogo Hannay Reels

Figura 2-3. Vista en corte de carrete hannay

Esta ilustración en corte muestra un carrete de rebobinado de energía típico con un mecanismo de manivela de rebobinado auxiliar opcional. Todos los carretes Hannay se ensamblan a partir de combinaciones de los componentes básicos mostrados aquí. Dado que los componentes son tomados de un inventario grande, cada carrete se monta a los requisitos del comprador.

Construcción: Marcos, discos y tambores son fabricados de acero de gran espesor. Los rodamientos son auto-alineación. Hierro maleable y acero se utilizan para el montaje del carrete de manguera cubo, tubo vertical de salida, y las articulaciones giratorias. Acero inoxidable, aluminio, bronce y otras aleaciones, y el embalaje articulación giratoria especial, pueden ser suministrados para satisfacer requisitos especiales.

Acabado; La mayoría de los carretes están acabados con recubrimiento de correo o esmalte curado al horno. Acabados que no sean estándar se pueden especificar en el coste adicional.

Las temperaturas y presiones: la construcción de carrete estándar manejar la mayoría de los líquidos o gases a temperaturas que varían desde -20º a + 400º F (-29º a + 204º C). Presiones de funcionamiento están disponibles hasta 10.000 [psi] (695 [bar]) dependiendo de la serie carrete específico. Temperaturas y presiones de operación se muestran en las páginas descriptivas de cada catálogo de productos.

2.2.3. Enrolladores de Manguera Motorizados marca FLEXBIMEC

Enrollador de manguera de acero pintado o de acero inoxidable AISI 304, con sistema de enrollado eléctrico, accionado por un motor eléctrico conectado a un reductor con limitador del par del motor, ideal para su uso en distancias de máx. 100 [m]. con tubería de 1/2 [in]. El enrollador se entrega normalmente sin tubería y puede ser utilizado con tuberías para aceite, grasa, anticongelante, agua y aire.

El tubo puede ser desenrollado manualmente, mientras que el enrollado tiene que ser activado a través del cuadro electrónico que activa el motor eléctrico a 12 [Vcc].

Opcional: Art. 8412 Transmisor de radiofrecuencia (433.9 [MHz]) con mando para activar su enrollado a distancia. (Figura 2-4)

Fuente: Catálogo FLEXBIMEC

Figura 2-4. Carrete eléctrico flexbimec

Enrollador de manguera de acero pintado y de acero inox AISI 304, con sistema de enrollado eléctrico, accionado por un motor eléctrico conectado a un reductor con limitador del par del motor, ideal para su uso en distancias de máx. 40 [m]. Con tubería de 1 [in]. El enrollador se entrega normalmente sin tubería y puede ser utilizado con tuberías para aceite, anticongelante, agua y aire.

El tubo puede ser desenrollado manualmente, mientras que el enrollado tiene que ser activado a través del cuadro electrónico que activa el motor eléctrico a 12 [Vcc]. (Figura 2-5)

Fuente: Catálogo FLEXBIMEC

Figura 2-5. Carrete eléctrico FLEXBIMEC

2.2.4. Enrollador motorizado con mando y aspirador marca WORKY

Los enrolladores de rebobinado eléctrico, cuentan con un motor monofásico a 230 [V] para el desenrollado y el enrollado de la manguera que está ya montada en el cilindro.

La parada de seguridad está directamente integrada en el motor de enrollado y puede ser ajustada para que se detenga en la posición deseada. Este modelo está ya equipado con un aspirador directamente montado en la estructura y con un cuadro GEMC (opcional) de mando del aspirador, para tener el arranque automático para el desenrollado.

Un receptor de ondas radio permite el funcionamiento con un mando a distancia para la máxima comodidad de uso.

En la gama de estos productos están disponibles (sólo para WORKY) también versiones con manguera de 200 [mm] diámetro hasta 15 [m] de longitud. (Figura 2-6)

Fuete: Catálogo Worky

Figura 2-6. Carrete motorizado WORKY

2.3. MARCO NORMATIVO LEGAL (NORMAS, LEYES Y REGLAMENTOS)

Existen Leyes en Chile que velan por el trabajo seguro y sin riesgos para el operador, de esta manera evitar futuras enfermedades ocupacionales. También existen Normas internacionales para la construcción de equipamiento de bomberos que establecen características básicas a la hora de su elaboración y su futuro funcionamiento.

2.3.1. Ley N° 20.001: Regula el peso máximo de carga humana

Se presenta la Ley N° 20.001 que regula el peso máximo que puede cargar una persona en una labor de trabajo.

"Artículo 1º: Incorpórese en el libro II del Código del Trabajo, el siguiente Título V, nuevo: “Título V”

2.3.1.1. De la protección de los trabajadores de carga y descarga de manipulación manual

Artículo 211-F.- Estas normas se aplicarán a las manipulaciones manuales que impliquen riesgos a la salud o a las condiciones físicas del trabajador, asociados a las características y condiciones de la carga.

La manipulación comprende toda operación de transporte o sostén de carga cuyo levantamiento, colocación, empuje, tracción, porte o desplazamiento exija esfuerzo físico de uno o varios trabajadores.

Artículo 211-H.- Si la manipulación manual es inevitable y las ayudas mecánicas no pueden usarse, no se permitirá que se opere con cargas superiores a 50 [kg].

Artículo 211-I.- Se prohíbe las operaciones de carga y descarga manual para la mujer embarazada.

Artículo 211-J.- Los menores de 18 años y mujeres no podrán llevar, transportar, cargar, arrastrar o empujar manualmente, y sin ayuda mecánica, cargas superiores a los 20 kilogramos.".

Artículo 2.- Las normas de protección de los trabajadores de carga y descarga de manipulación manual, contenidas en el nuevo Título V que se incorpora al LIBRO II del Código del Trabajo, comenzarán a regir seis meses después de la publicación de esta ley.

2.3.2. Decreto Supremo N° 63: Aprueba reglamento para la aplicación de la ley Nº 20.001, que regula el peso máximo de carga humana

Se menciona el D.S. N° 63, el cual aprueba la aplicación de la Ley ya mencionada.

TITULO I

Disposiciones Generales.

Capítulo Primero: Ámbito de aplicación y prohibiciones.

Artículo 1º.- Este Reglamento tiene por objeto regular la normativa sobre: a) Las manipulaciones manuales de carga que impliquen riesgos a la salud o a las condiciones físicas de los trabajadores regidos por el Código del Trabajo, y b) Las obligaciones del empleador, para la protección de los trabajadores que realizan estas labores.

Artículo 2º.- En caso de que el manejo o manipulación manual de carga sea inevitable y las ayudas mecánicas no puedan usarse, no se permitirá que se opere con cargas superiores a 50 kilogramos.

Artículo 3º.- En el caso de menores de 18 años y de mujeres, la carga máxima de manejo o manipulación manual será de 20 kilogramos.

Artículo 4º.- Se prohíbe las operaciones de carga y descarga manual para las mujeres embarazadas.

Artículo 5º.- No podrá exigirse ni admitirse el desempeño de un trabajador en faenas calificadas como superiores a sus fuerzas o que puedan comprometer su salud o seguridad.

2.3.3. NFPA 1961 (2007): Norma sobre mangueras para incendios

Se hace referencia a la norma de construcción de mangueras para el combate de incendios según la NFPA 1961

Alcance: Esta norma debe definir los requisitos de diseño y construcción para la nueva manguera para incendios, la prueba requerida para comprobar el diseño y la construcción y la inspección y prueba requeridas para todas las mangueras para incendios nuevas.

Propósito: El propósito de esta norma debe ser establecer los requisitos mínimos para la nueva manguera de incendios.

Aplicación: Esta norma debe aplicarse a la nueva manguera de ataque, manguera de uso de ocupante, manguera forestal, manguera de aducción y manguera de succión.

Equivalencia: Nada en esta norma tiene la intención de impedir el uso de sistemas, métodos, o aparatos, de calidad, fuerza, resistencia al fuego, durabilidad, y seguridad equivalentes o superiores por encima de las ordenadas en esta norma. La documentación técnica debe ser presentada a la autoridad competente para demostrar la equivalencia. El sistema, método, o aparato debe ser aprobado para el propósito deseado por la autoridad competente.

Unidades. En esta norma los valores para la medición son seguidos por un equivalente en unidades de libras inglesas, pero solamente el primer valor establecido debe ser considerado como el requisito.

2.3.3.1. Requisitos para la manguera de ataque

La manguera de ataque debe tener un diseño en la presión de prueba de servicio de 300 [psi] (20.7 [bar]).

La manguera de ataque debe resistir una presión de prueba de dos veces su presión de servicio, diseñada sin movimiento del acople, escapes, o ruptura de cualquier hilo en el reforzamiento cuando esté sujeta al formato de prueba de trabajo.

Una muestra para ensayo de la manguera de ataque debe resistir una presión de tres veces la presión de prueba de servicio, diseñada sin falla cuando esté sujeta a la prueba de estallido.

Un tramo de manguera debe resistir una presión de prueba de 1.5 veces la presión de servicio, diseñada sin romper ningún hilo en el reforzamiento cuando esté sujeta a la prueba de doblez.

La máxima elongación (alargamiento) no debe exceder en 8 por ciento para los tamaños de mangueras hasta 2 ½ [in]. (65 [mm]), 10 por ciento para tamaño de 3 [in]. (76 [mm].). y 13 por ciento para tamaño de manguera de 3 ½ [in]. (90 [mm]) cuando sea aprobada.

La máxima torsión en vueltas por 50 [ft] (15 [m]) no debe exceder las 4 ¼ vueltas, para tamaños de mangueras hasta 2 [in]. (51 [mm]), y 1 ¾ vuelta para tamaños de mangueras de 2 ½ [in]. (65 [mm]). o más cuando sea probada, y la torsión final debe estar en una dirección que apriete los acoples.

El máximo alabeo no debe exceder a los 508 [mm] (20 [in]) cuando es probado. No se debe permitir ningún aumento cuando sea probado.

2.4. CONDICIONES TÉCNICAS EXISTENTES, QUE DEBEN SER CUBIERTAS POR EL DISEÑO DE LA MÁQUINA QUE SE QUIERE DESARROLLAR

Bajo los antecedentes recopilados del manual del carro en el cual se implementará la maquina neumática enrolladora de mangueras se obtuvo la siguiente información:

- Principio de funcionamiento: energía neumática.
- Presión entregada por sistema neumático de carro bomba: 10 [bar].

La máquina neumática enrolladora de mangueras de bomberos, como su nombre lo indica, será diseñada con el propósito de enrollar los distintos tipos de mangueras de uso de los bomberos, para lo cual es necesario saber las especificaciones técnicas de los distintos tipos de estas y así poder comenzar a realizar su diseño. Según la norma NFPA 1961:

2.4.1. Tipos de mangueras

- Manguera de 52 [mm] de diámetro, 15 [m] y 25 [m] de largo.
- Manguera de 75 [mm] de diámetro, 18 [m] de largo.

2.4.2. Pesos de mangueras

- Manguera de 52 [mm] de diámetro y 15 [m] de largo: 11 [kg] aprox.
- Manguera de 52 [mm] de diámetro y 25 [m] de largo: 16 [kg] aprox.
- Manguera de 75 [mm] de diámetro y 18 [m] de largo: 18 [kg] aprox.

Ya conociendo los tipos de mangueras, sus pesos y las condiciones de trabajo al momento de enrolle podemos determinar cuáles serán las condiciones de trabajo a las cuales se quiere llegar.

2.4.3. Tiempo ideal de enrolle

- Manguera de 18 [m] de largo: 1 minutos aprox.
- Manguera de 25 [m] de largo: 1,5 minutos aprox.

2.4.4. Agua estimada a utilizar en lavado

- Mangueras de 15 [m] de largo: 50 [L] aprox.
- Mangueras de 25 [m] de largo: 84 [L] aprox.

2.5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

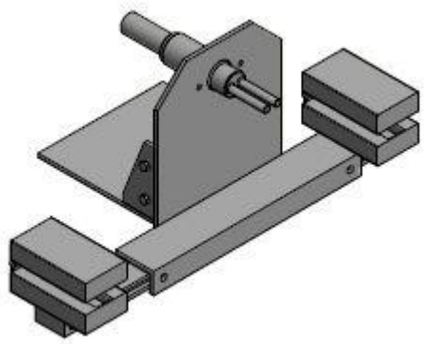
Para plantear una propuesta de solución a la problemática del lavado y enrollado de las mangueras (acción posterior a un incendio), se pretende diseñar una “máquina neumática” que englobe las dos acciones mencionadas anteriormente y que incluirá un sistema de lavado y escobillado conjunto para la limpieza completa de éstas.

El diseño está pensado para mangueras de 75 [mm] de diámetro y un largo de 25 [m] como máximo, con un peso no superior a 20 [kg].

Esta solución incorpora además por añadidura un fácil desenrollado al momento de su utilización, para que el operador realice esfuerzo físico menor.

2.5.1. Máquina neumática enrolla mangueras

Para solucionar el problema se desea diseñar una máquina neumática para enrollar las mangueras de bomberos. (Figura 2-7).



Fuente: Elaboración propia para proyecto

Figura 2-7. Máquina neumática enrolla mangueras

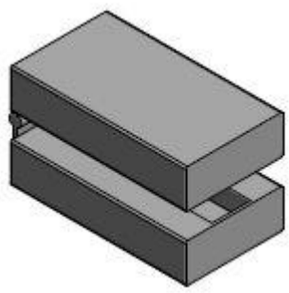
El principio de funcionamiento neumático, básicamente se plantea para aprovechar la energía entregada por el mismo carro de bomberos, el cual cuenta con un circuito doble entregando una presión de salida de 10 [bar]. Además, el carro bomba cuenta con un compresor de 7,3 [lpm] y 2 acumuladores de aire con una capacidad de 136 [L].

2.5.2. Descripción básica de la propuesta de solución “Maquina Neumática Enrolla Mangueras”

La máquina además de enrollar las mangueras usando la neumática se encargará de proporcionar un mantenimiento y así poder asegurar una vida útil especificada por los fabricantes.

El mantenimiento básico de una manguera es la adecuada limpieza posterior a su uso, para de esta manera eliminar los agentes tóxicos residuales de la combustión que dañan los tejidos y resistencia de las mangueras.

Para asegurar un lavado de calidad, la maquina estará dispuesta de 2 cabezales de limpieza por los cuales se deslizará la manguera pasando por escobillas de alta resistencia las cuales removerán todos los agentes contaminantes adheridos a la manguera, además se dispondrá de chorros de agua a presión para ayudar a la remoción de suciedad y el lavado de los tejidos externos de las mangueras. (Figura 2-8)



Fuente: Elaboración propia para proyecto

Figura 2-8. Cabezal de limpieza

Debido a que este proyecto busca aliviar el esfuerzo físico del personal de Bomberos, la maquina enrolla mangueras se dispondrá empotrada en uno de los compartimientos laterales del carro de bomba, de esta manera es posible asegurar una postura ergonómica del operador.

Los tiempos deseados del proceso, enrollado y lavado, se estiman en 1 min, más tiempo de montaje de la manguera en la máquina y desmontaje después del posterior enrollado, lo cual nos dará un tiempo estimado total de proceso de 1 min 30 seg hasta los 2 min.

CAPITULO 3: CÁLCULOS DE DISEÑO DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN Y COSTOS ASOCIADOS A LA FABRICACIÓN

3. CÁLCULOS DE DISEÑO DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN Y COSTOS ASOCIADOS A LA FABRICACIÓN

En este capítulo se presenta una propuesta de solución para la "Máquina neumática enrolla mangueras" con datos técnicos, acotando las condiciones de funcionamiento tales como velocidad, potencia, y diseño estructural, entre otros. Además, se presentan los costos asociados a su fabricación y puesta en marcha.

3.1. DETERMINACION DE CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO

Se desea crear una máquina que enrolle y además lave las mangueras que utilizan los bomberos en el amago de incendios. Para esto el principio de funcionamiento que se quiere desarrollar, es mediante un sistema neumático que, al encontrarse instalada en el carro de bomberos, la hace autosustentable aprovechando la energía proporcionada por el sistema neumático que viene incorporado.

3.1.1. Velocidad de trabajo

Según pruebas realizadas en el cuartel de bomberos, la velocidad apropiada para enrollar que se consideró, está relacionada directamente con el tiempo que se desea tardar en una manguera, lo que permitiría un correcto lavado de esta y además minimizar los riesgos de quienes realizan la operación de manipulación.

Según pruebas realizadas, el tiempo promedio de lavado y enrolle es de 4 [min]. Con la máquina que se proyecta, se pretende acortar el tiempo total del proceso a 1 [min] para una manguera de 75 [mm] de diámetro por 18 [m] de largo, lo que significa una velocidad promedio de enrolle de 18 [m/min]. Según pruebas realizadas, con este tiempo el enrolle se realiza a una velocidad que da la oportunidad de reaccionar al operador, debido a cualquier imprevisto en el proceso, además el uso de agua disminuirá considerablemente.

$$v = 18\ [m/min] = 0{,}3\ [m/s]$$

Para obtener la velocidad de giro en revoluciones por minuto es necesario aplicar el concepto físico de movimiento circular, usando la relación de velocidad angular y

velocidad tangencial. Teniendo en cuenta que el diámetro de la manguera enrollada es de 300 [mm], tenemos que:

$$v = w*r \rightarrow w = \frac{v}{r} = \frac{0{,}3\ [\frac{m}{s}]}{0.15\ [mm]} = 2\ [\frac{rad}{s}]$$

$$w = 2\left[\frac{rad}{s}\right] * \frac{1\ [rev]}{2\,\pi\ [rad]} * \frac{60\ [s]}{1\ [min]}$$

$$w = 19{,}098 \approx 19{,}1\ [rpm]$$

3.1.2. <u>Fuerza requerida</u>

El peso máximo de una manguera de 18 [m] de largo y 75 [mm] de diámetro, es de 18 [kg] que equivalen a poco menos de 180 [N]. Según pruebas y ensayos realizados en el cuartel de bombero, simulando las condiciones en las que trabajará la máquina (tipos de suelo como rocosos, tierra y asfalto, además de simular la velocidad de enrolle), se determinó que la fuerza promedio al tirar la manguera fue de 15 [kg]. Para efectos de cálculos y para garantizar un mejor funcionamiento se considerará la fuerza relacionada con el peso de la manguera.

$$F = 18\ [kg] * 9{,}81\ [m/s^2] = 176{,}58\ N$$

3.1.3. <u>Potencia requerida</u>

Considerando la fuerza requerida y la velocidad se determinó la potencia P necesaria.

$$P = F * v$$

$$P = 176{,}58\ [N] * 0{,}3\ [m/s]$$

$$P = 52{,}97\ [W] = 53\ [W]$$

3.1.4. <u>Par necesario para el motor</u>

Teniendo la potencia en [W] y la velocidad angular en [rad/s], podemos determinar el par T necesario.

$$P = T*w$$

$$T= \frac{P}{w} = \frac{53\ [W]}{19*\frac{2\pi}{60}\ [\frac{rad}{s}]} = 26{,}637 \approx 27\ [Nm]$$

3.2. MOTOR NEUMÁTICO Y ALIMENTACIÓN

Se seleccionó un motor de acuerdo con los requerimientos en diferentes catálogos, después de evaluar las opciones, se determinó que el más adecuado es el motor de la serie LZB 33LB, LZB 34RLB con módulo de freno, sin lubricación y reversibles ver figura 3-1 y tabla 3-1.

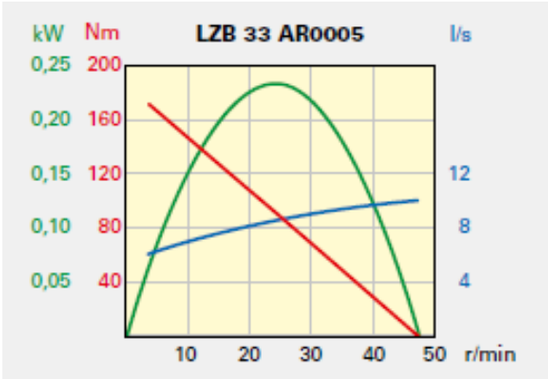
Fuente: Catálogo Atlas COPCO

Figura 3-1. Motor LZB 33LB AR0005-11

Tabla 3-1. Características de motor neumático LZB 33LB AR0005-11

Modelo	**LZB 33LB AR0005-11**
Potencia Máxima	**230[W]**
Velocidad a Máxima potencia	**24 [lpm]**
Consumo de aire máximo	**8,5 [L/seg]**
Para Max. Potencia	**93 [Nm]**
Peso del motor	**3,2 [kg]**

Fuente: Elaboración propia en base a Catálogo Atlas COPCO



Fuente: Catálogo de Motores Neumáticos Atlas Copco

Gráfico 3-1. Curva característica del motor LZB 33LB AR0005-11

Analizando la curva del motor neumático LZB 33 AR0005 mostrada en el catálogo de Atlas COPCO (Gráfico 3-1) se puede apreciar que el motor trabajando a 19 [rpm] su consumo de aire desciende a 8 [L/s], el par es de 80 [Nm] y la potencia de trabajo es de aproximadamente 100 [W]. Por lo tanto, se puede determinar que el motor neumático presentado para la maquina neumática enrolladora de mangueras de bomberos cumple con las necesidades de trabajo planteadas.

3.2.1. Alimentación

Cada carro cuenta con puertos de alimentación neumática además de contar con un compresor y dos estanques acumuladores

Fuente: Fotografía propia para el proyecto

Figura 3-2. Acumulador de aire de carro bomba

Tabla 3-2. Datos técnicos acumulador de aire

Equipo	**Volumen ($m^{3)}$**	**Volumen (L)**
Capacidad total acumulador	0,068	68
Equipo	**Caudal (m^3 /s)**	**Caudal(L/s)**
Compresor	0,00731	7,3

Fuente: Elaboración propia para proyecto, basado en manual de carro

3.2.2. Cálculos asociados al consumo de aire

Si consideramos que la máquina gira a 19 [RPM] y toma una manguera de 18 [m] por la mitad, esto significa que debe enrollar 9 [m] de manguera

El consumo de aire del motor neumático según catálogo de motores neumáticos de Atlas COPCO es de 8,5 [L/s], por lo que se puede calcular el consumo total de aire por manguera enrollada. Cabe destacar que para este caso, se utilizará el consumo de aire efectivo, relacionado directamente con la velocidad a la que se hará girar el motor, todo esto luego de interpretar la curva característica del motor.

$$8\left[\frac{lt}{seg}\right]\cdot 60\ seg = \ 480\ [L]$$

Por cada manguera que se enrolle, se estarán consumiendo 480 litros de aire. Cuando el motor del vehículo se encuentra en movimiento, los acumuladores de aire se encuentran presurizados, además como especifica el manual del carro de bomba, cuenta con un circuito doble por lo que cuenta con 2 compresores que entregan un caudal de 7,3 [L/s] cada uno, estos sumados entregan un caudal total de 14,6 [L/s] → 876 [L/min], por lo que en un minuto el motor consumirá menos aire que el que entregan los dos compresores juntos.

3.3. CÁLCULO DE ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA

La construcción del cuerpo de la máquina se desea fabricar con materiales compuestos, específicamente con Palatal A 430 ya que es apropiado para la fabricación

de piezas reforzadas con fibra de vidrio, presentan excelente resistencia térmica permanente y alta resistencia a grandes cargas mecánicas dinamias, además no se ve afectado por la corrosión.

Tabla 3-3. Propiedades Palatal A-430

Propiedades de la resina endurecida sin carga (valores típicos)

Propiedad [1]	Valor	Unidad	Método de Ensayo
Resistencia a la tracción	95	MPa	DIN 53 455
Módulo de elasticidad en tracción	3600	MPa	DIN 53 457
Elongación a la ruptura	6,1	%	DIN 53 455
Resistencia a la flexión	150	MPa	DIN 53 452
Módulo de elasticidad en flexión	3350	MPa	DIN 53 457
Resistencia al impacto[2]	28	KJ/m²	DIN 53 453
Temperatura de distorsión por calor (HDT)	105[3] 111[4]	°C °C	DIN EN ISO 75 ASTM D 648

Fuente: Catálogo Palatal A-430

3.3.1. Peso de cuerpo de la máquina

Palatal A 430, densidad: 1060 [kg/m^3]:

$$base: 0{,}30 \cdot 0{,}30 \cdot 0{,}008 = 0{,}00072\ [m^3]$$

$$Nervio: 2 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}15 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0{,}008 = 0{,}0009\ [m^3]$$

$$Nervio\ inferior: 2 \cdot 0{,}05 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}008 = 0{,}00024\ [m^3]$$

$$Cara\ frontal: 0{,}3 \cdot 0{,}3 - (0{,}025 \cdot 0{,}025) \cdot 0{,}008 = 0{,}0007185\ [m^3]$$

$$Rieles\ escobillas: (0{,}25 * 0{,}07 * 0{,}03) + (0{,}035 * 0{,}07 * 0{,}03) = 0{,}0005985\ [m^3]$$

$$Total: 0{,}003177\ [m^3]$$

$$0{,}003177\ [m^3] \cdot 1060 \left[\frac{kg}{m^3}\right] = 3{,}36762\ [kg] \approx 3{,}4\ [kg]$$

3.3.2. Peso de capó de la estructura

SAE 1020 en 3 [mm], densidad: 7850 [kg/m^3]

$$(0{,}03535 \cdot 0{,}3 \cdot 2 \ \cdot 0{,}003) + (0{,}25 \cdot 0{,}3 \ \cdot 0.003) + 2(0{,}275 \cdot 0{,}3 \ \cdot 0{,}003) = 0{,}00078363\ [m^3]$$

$$0{,}00078363\ [m^3] \cdot 7850\ \left[\frac{kg}{m^3}\right] = 6{,}15\ [kg]$$

3.3.3. Peso de escobillas

Peso teórico escobillas de cerdas plásticas y su sistema de sujeción:

$$7kg$$

3.4. CÁLCULO DE COMPONENTES FUNCIONALES

La máquina se encuentra montada sobre unos rieles los cuales hacen posible el desplazamiento de esta para su utilización.

3.4.1. Rieles telescópicos

Según el catálogo de motores neumáticos ATLAS COPCO el peso del motor LZB 33LB es de 3,2 kg.

Peso total que deben soportar los rieles telescópicos:

$$Estructura + Motor + Manguera$$
$$16{,}55\ [kg] + 3{,}2\ [kg] + 18\ [kg] = 37{,}75\ [kg]$$

3.4.2. Longitud y carrera necesaria del riel

La máquina se encontrará fijada en los compartimientos que tiene el carro para diversas aplicaciones, si bien estos cajones varían su forma dependiendo del modelo de

carro, están hechos para ser sumamente modulares, y tienen una profundidad promedio entre 550-600 [mm], en el caso del Atego 1626F, la profundidad de los compartimientos laterales es de 550 [mm]. (Figura 3-3)

La longitud máxima del riel estando retraído no debe superar la profundidad del compartimiento, y la Carrera debe permitir la máxima extensión hacia afuera de la maquina enrolladora a modo de facilitar su manejo, mantenibilidad y uso.

Fuente: Fotografía propia tomada para proyecto

Figura 3-3. Compartimiento del carro

3.4.3. Rieles telescópicos ROLLON

Rieles telescópicos ROLLON presenta un catálogo de rieles telescópicos industriales para una diversidad de aplicaciones, el modelo DSS se ajusta a los requerimientos de la maquina diseñada

3.4.3.1. Rieles seleccionados

- ROLLON DSS 43
- Largo: 530mm
- Carrera: 556mm

Tabla 3-4. Características de rieles ROLLON

Tipo	Tamaño	Longitud L [mm]	Carrera H [mm]	Capacidad de carga* C_{0rad} [N]	Agujeros accesibles / total
		530	556	2061	6 / 7
		610	626	2603	6 / 8
		690	726	2775	7 / 9
		770	796	3319	7 / 10

Fuente: Catálogo Rieles ROLLON

3.4.4. Cálculo de resistencia de rieles

Estos rieles son capaces de soportar cargas verticales de 2061 N, y las cargas calculadas son:

$$47{,}825\ [kg] * 9{,}81\ [m/s^2] = 469{,}16\ [N]$$

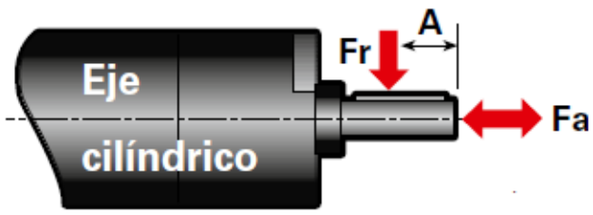
Sin embargo, el catálogo ROLLON sugiere un factor de seguridad F.S. de 2 a 3,5 para condiciones adversas de trabajo en que este expuesto a vibraciones y movimientos constantes o deformaciones elásticas evidentes, si bien los rieles no debiesen experimentar una deformación elástica notoria si están anclados a un carro que estará en movimiento a menudo por lo que se considera un F.S. de 2 para la carga

$$469{,}16\ [N] * 2 = 938{,}32\ [N]$$

3.5. CÁLCULO DE CARGAS SOBRE EL EJE DEL MOTOR

El eje del motor está sujeto a cargas debido a que este es el que transmite el movimiento de rotación que hace que la manguera se enrolle.

La figura 3-4 muestra las cargas sobre el eje del motor:



Fuente: Catálogo de motores neumáticos COPCO

Figura 3-4. Cargas que afectan el eje del motor

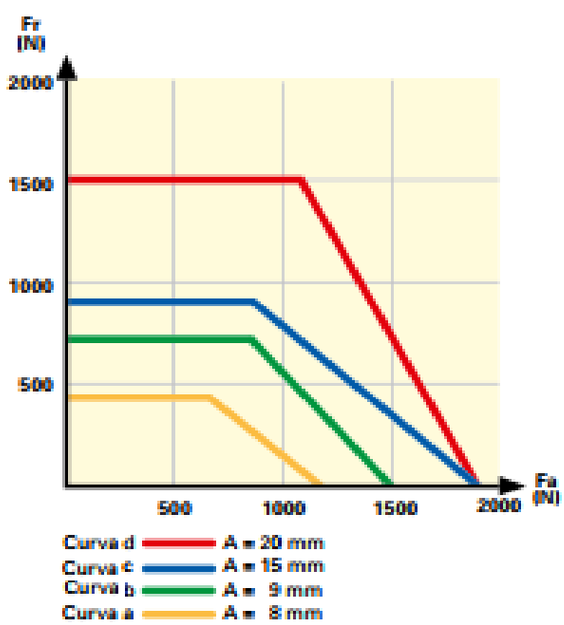
La Fuerza Fa es despreciable puesto que el eje del motor neumático debiese solo experimentar cargas radiales dada su función de enrollar mangueras alrededor del eje, dichas mangueras tienen un peso de 18kg máximo.

Dicho esto:

$$18 \text{ kg} * 9{,}81 = 176{,}58 \text{ N}$$

$$176{,}58 \text{ N} * 2 = 353{,}16 \text{ N}$$

El eje deberá soportar una carga tangencial de 353,16 N, el grafico 3-2 muestra largos de ejes y la carga resistida.



Fuente: Catálogo de motores neumáticos COPCO

Gráfico 3-2. Largos de eje según la carga resistida

Como es apreciable todos los ejes sirven para la máquina, pero para una óptima instalación y considerando que el tamaño de eje no influye significantemente en el precio del motor se selecciona el eje de 20mm que soporta cargas de hasta 1500 N

Bastando 750N para garantizar la vida útil del motor que corresponde a 100 millones de giros

3.6. INSTALACIÓN DEL MOTOR

Para realizar la instalación correcta del motor, el fabricante en el manual de motores neumáticos de Atlas COPCO recomienda los diámetros de las conexiones y las mangueras según el tipo de motor que se está utilizando.

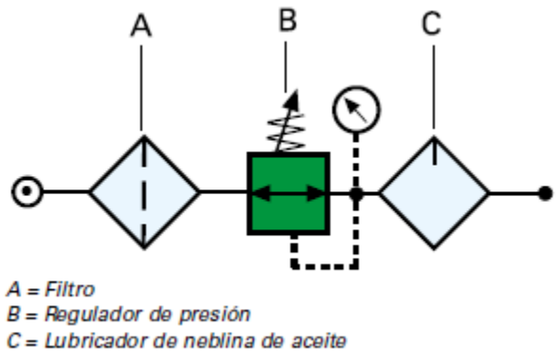
Tabla 3-5. Diámetro de mangueras y conexiones del motor

Tipo de motor	**Conexión de entrada roscada.**	**Rosca de conexión de escape**	**Diámetro de manguera de entrada**	**Diámetro de manguera de escape**
LZB 33	1/4 [in]	1/4 [in]	8 [mm]	8 [mm]

Fuente: Elaboración propia, basada en catálogo Motores Neumáticos Atlas Copco

3.6.1. Preparación del aire

Para asegurar un servicio fiable, Atlas COPCO recomienda instalar un tratamiento de aire antes del motor, dentro de una distancia de 5 metros del motor. Se recomienda implementar un filtro, un lubricador de aire y un regulador de presión. Este regulador tiene la función de mantener la presión de trabajo que se desea, se puede usar como modificador de potencia para satisfacer los requisitos para su aplicación, también debido a que el circuito de aire nos entrega 10 [bar] y la presión de trabajo es inferior.



Fuente: Catálogo de motores neumáticos COPCO

Figura 3-5. Circuito de preparación de aire

3.6.2. Lubricación

Según las especificaciones del catálogo de motores neumáticos de Atlas COPCO, para conseguir una vida de servicio y rendimiento óptimos del motor, este debe recibir 50 [mm^3] de aceite por metro cubico de aire consumido (1 gota = 15 [mm^3]).

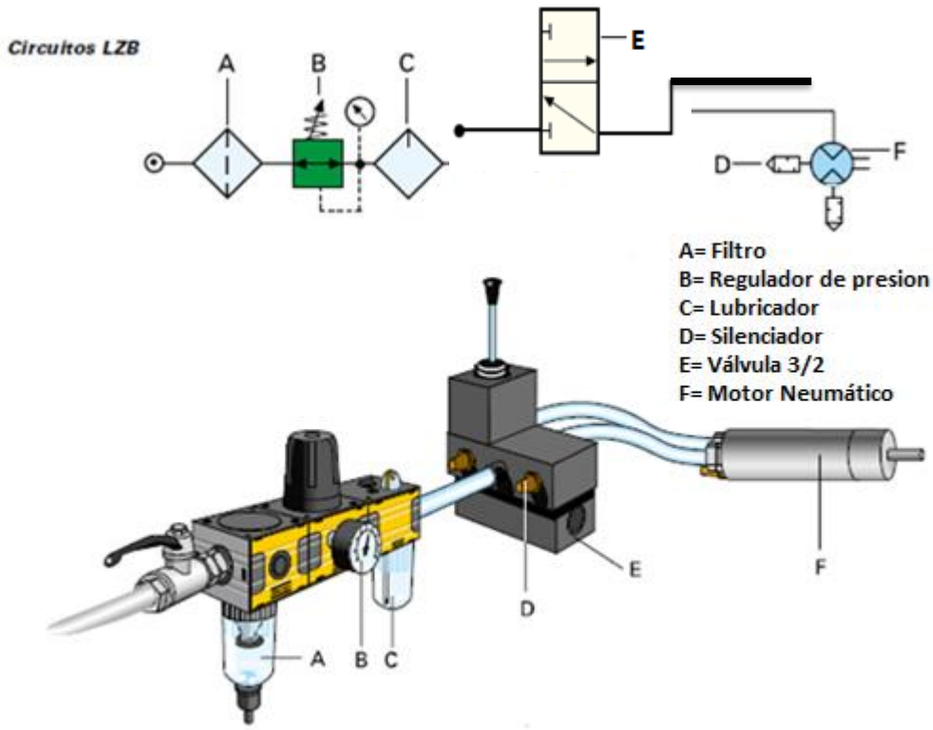
Una lubricación insuficiente producirá un desgaste de las aletas y una baja en el rendimiento.

El aceite lubricante por utilizar debe tener una viscosidad comprendida entre 50 y 300 x 10^{-6} [m^2/s] (viscosidad cinemática en cSt) a la temperatura de funcionamiento del motor.

3.6.3. Instalación

Para arrancar o parar el motor es necesario el uso de una válvula de control direccional, en el caso de los motores LZB reversibles, el fabricante recomienda una válvula 5/3, para así controlar el sentido de giro dependiendo de la posición en la que se encuentre, esto se hace importante al momento de alguna emergencia durante el enrolle, para así poder devolver el trabajo y solucionar el evento.

El fabricante mediante el catálogo de motores neumáticos de Atlas COPCO nos entrega un diagrama típico de instalación para los motores LZB, como se muestra en la figura, este considera un filtro, regulador de presión, lubricador de neblina de aceite, silenciador y válvula de control direccional 5/3. (Figura 3-6)



Fuente: Catálogo de motores neumáticos COPCO

Figura 3-6. Circuito neumático completo

3.7. CONSUMO DE AGUA

Para determinar el consumo de agua se hizo necesario realizar pruebas en terreno, estas consistieron en lavar las mangueras de la forma convencional y medir la cantidad de agua utilizada para así determinar el promedio de agua utilizada en el lavado de cada manguera, para realizar esta prueba se utilizaron las mangueras más largas, 25 [m], y el tipo de suelo donde se llevó a cabo fue asfalto.

Para la realización de las pruebas se lavaron por ambos lados 10 mangueras, el lavado se llevó a cabo con agua presurizada a 4 [bar] desde la bomba del carro mediante otra manguera y se ayudó al lavado con un escobillón convencional de uso doméstico. Se obtuvo como promedio el uso de 250 [L] por manguera y no se da un acabado de calidad.

Posterior se realizó una prueba emulando las condiciones de trabajo que debería presentar la máquina, con una reducción de diámetro, a una boquilla de 1/2 [in] con terminación plana, se obtuvo como resultado el promedio de agua de 60 [L] por manguera

de 25 [m]. Vale decir que en promedio se podría llegar a disminuir el consumo de agua en un 76%.

Si se considera que en el carro bomba de la Segunda Compañía de Bomberos de La Calera existen 10 mangueras de 25 [m] de largo, posterior a un incendio donde se utilizaron todas las mangueras con el método convencional de limpieza se gastarían aproximadamente 2500 [L] de agua. Con la implementación de la Máquina Neumática Enrolla Mangueras se estima el uso de 600 [L] de agua en la misma labor, es decir se podría llegar a ahorrar 1900 [L].

Si suponemos que en 1 año solamente la segunda compañía acude a 100 incendios en los cuales utilice 10 mangueras de 25 [m], se podría llegar a ahorrar un total de 190.000 [L] de agua.

3.8. COSTOS ESTIMADOS PARA EL DISEÑO

En esta sección se realizará una evaluación económica de fabricación y puesta en marcha de la máquina, presentando los costos en UF y su equivalente en CLP, de los componentes funcionales y estructurales involucrados en la fabricación de la máquina.

1 UF = 29.305,31 CLP

3.9. COMPONENTES DE LA CADENA CINEMÁTICA

3.9.1. Rodamiento rígido de bolas

Rodamiento rígido de bolas SKF, Modelo: E2 6310 – 2Z. Rodamiento escogido basándose en el criterio de poca velocidad y poca carga.

El rodamiento estará girando a 19 [rpm] y no soportará cargas mayores a 700 [N]

3.9.2. Escobillas de limpieza

Juego de limpieza marca STIHL, compuesto por boquilla de chorro plano y boquilla angular, más cepillo de lavado.

3.9.3. Motor neumático

Motor Neumático marca Atlas Copco, modelo: LZB 33LB AR0005-11. Motor con par de 93 [Nm], velocidad nominal de 24 [rpm] y potencia de 0,23 [kW].

3.9.4. Resumen de costos de componentes de la cadena cinemática

A continuación, la Tabla 3-6 muestra un resumen de los costos de los componentes involucrados en la cadena cinemática.

Tabla 3-6. Costos de componentes involucrados en Cadena Cinemática

Componente	**Cantidad**	**Precio Unidad (UF)**	**Precio Unidad (CLP)**	**Precio Total (UF)**	**Precio Total (CLP)**
Rodamiento rígido de bolas marca SKF. Modelo: E2 6310 – 2Z.	1	1,11	$32.650.-	1,11	$32.650.-
Escobillas de limpieza Stihl	4	2,08	$61.000.-	8,33	$244.000.-
Motor Neumático marca Atlas Copco, modelo: LZB 33LB AR0005-11	1	69,25	$1.970.630.-	69,25	$1.970.630.-
			TOTAL	**78,69**	**$2.347.280.-**

Fuente: Elaboración propia para proyecto.

3.10. CONPONENTES DE LA ESTRUCTURA Y SU FABRICACIÓN

A continuación, se detallan los componentes que conforman la estructura y se realiza un análisis de costos.

3.10.1. Palatal A-430

Es un material termoestable epoxi-viniléster, en base a Bisfenal disuelto en estireno, esta resina es de viscosidad media y reactividad media.

3.10.2. Plancha de acero ASTM A36

Plancha de acero ASTM A36 de 3mm de espesor. Dimensiones de la plancha son 1m x 3m y su peso es de 72 kg.

3.10.3. Esmalte sintético triple acción metal

Este producto actúa como 3 productos en 1. Convierte el óxido, genera una reacción química que neutraliza el óxido, estabilizándolo y eliminando su acción corrosiva. Es anticorrosivo, ya que inhibe la formación de nuevo óxido.

Como lo dice su nombre, es esmalte de terminación, ya que protege y decora las superficies de metal.

3.10.4. Rieles Telescópicos

Rieles telescópicos Rollon, para el desplazamiento de la maquina fuera de la cajonera, resisten altas cargas y aseguran una prolongada vida útil según fabricante.

3.10.5. Pernos de fijación

Para la fijación de los rieles telescópicos tanto a la base del compartimiento del carro bomba, como a la estructura de la maquina necesitan pernos de fijación, también se usarán para la fijación del capó de la máquina y el motor neumático a la estructura.

3.10.6. Resumen de costos de los elementos estructurales

A continuación, la tabla 3-7 presenta un resumen de los elementos involucrados en la construcción de la estructura de la máquina.

Tabla 3-7. Costos de los elementos involucrados en la estructura

Componente	Cantidad	Precio Unitario (UF)	Precio Unitario (CLP)	Precio Total (UF)	Precio Total (CLP)
Palatal A-430	45 [kg]	0.18	$5.000	7.94	$225.000
Esmalte triple acción Sherwin Williams	1 Galon	1,15	$32.990	1,15	$32.990
Plancha acero SAE1020 3mm	1	1,88	$54990	1,88	$54.990
Riel Telescópico	2	1,91	$55990	3,82	$111.980
Pernos M12, SAE 5	10	0,019	$550	0,19	$5.500
Pernos M6, SAE 5	4	0,0085	$250	0,03	$1.000
	TOTAL	**-**	**-**	**15.01**	**$206.460.-**

Fuente: Elaboración propia para proyecto

3.11. CIRCUITO NEUMÁTICO DE LA MÁQUINA

Debido a que la energía de funcionamiento del motor de la máquina es neumática, se hace necesario realizar un circuito para que este funcione. Ver figura 3-6.

A continuación, la tabla 3-8 muestra la evaluación de costos de los elementos involucrados en el circuito neumático.

Tabla 3-8. Costos de los elementos de circuito neumático

Letra	Componente	Precio (UF)	Precio (CLP)
A	Filtro de aire	1,83	$ 53.510
B	Regulador de presión	2,47	$ 72.250
C	Lubricador de neblina de aceite	1,87	$ 54.660
D	Silenciador	1,1	$ 32.330
E	Válvula 3/2	2,69	$ 78.910
	Manguera Neumática 8 [mm]	0,17	$ 5.000
	TOTAL	10,12	$ 296.660

Fuente: Elaboración propia para proyecto

3.12. COSTOS DE FABRICACIÓN, OPERACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

En este punto se expresan los costos de fabricación, operación y puesta en marcha apelando a las características cualitativas y cuantitativas.

3.12.1. Costo de operación

El costo de operación de maquinaria o equipo se refiere en sí al costo que supone al constructor o a la empresa el que se trabaje con esa máquina durante una hora, y para ello se toman en cuenta factores y costos que intervienen directamente en el funcionamiento de esta. Estos factores son los siguientes:

- Combustible
- Coste del operador, hh (Operadores no remunerados, el personal de bombero es VOLUNTARIO)

La máquina operaría solo después de los incendios y con el carro bomba en funcionamiento, por lo cual los costos de operación de la maquina serán dependientes del uso del carro (combustible). Por lo tanto, la máquina no presenta costos de operación insitu ya que no siempre que se utilice el carro la maquina será puesta en servicio.

3.12.2. Costo de fabricación y puesta en marcha

Dentro de los costos de fabricación podemos encontrar el que genera la compra o adquisición de todos los materiales necesarios para llevar a cabo la construcción de la máquina los cuales fueron nombrados anteriormente, no obstante, existe otro costo asociado a la fabricación de la máquina la cual es la mano de obra.

Como la estructura principal de la máquina, la cual soporta todos los componentes de esta, se desea realizar con un material termoestable epoxi-viniléster se debe tener en cuenta el costo de los moldes y la inyección del material para darle la forma final.

*falta costos de fabricación, por confirmar.

Existe un período entre la finalización nominal de las obras de fabricación y el inicio total y sin problemas de la máquina, que se denomina "puesta en marcha" y cuya duración puede variar desde unas pocas semanas hasta varios meses. Lógicamente, en ese

lapso se incurre en una serie de gastos, los cuales pueden ser divididos en dos grandes grupos:

- Gastos de construcción durante la puesta en marcha (pérdidas en líneas y equipos, defectos de diseño que deben solucionarse, falla de instrumentos, necesidad de equipos adicionales, etc.).
- Costos de operación de puesta en marcha (salarios, materias primas, productos terminados fuera de especificación, etc.).

No es posible estimar un costo de puesta en marcha, debido a que el proyecto será llevado a cabo en una institución sin fines de lucro. Los posibles costos e inconvenientes dentro de la puesta en marcha deberán ser asumidos en el momento si es que llegaran a presentar.

3.13. TABLA RESUMEN DE COSTO TOTAL DE MAQUINA NEUMÁTICA ENROLLA MANGUERAS

La tabla 3-9 a continuación, muestra un resumen del costo total de la máquina neumática enrolla mangueras, este es un resumen del proyecto que incluye costos involucrados en la fabricación como la estructura, sistema neumático y mano de obra.

Tabla 3-9. Costo total del proyecto

Ítem de Costo	**Costo (UF)**	**Costo (CLP)**
Costo de la estructura	78,69	$ 2.347.280.-
Costo del sistema neumático	10,12	$ 296.660.-
Costo de mano de obra y materiales	32,65	$706.460.-
TOTAL	121,46	$3.350.400.-

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

El costo total de la propuesta de diseño de una Máquina Neumática Enrolla Mangueras es:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La realización de la propuesta de diseño de una maquina neumática enrolla mangueras de bomberos, nació de la necesidad de mitigar el cansancio presente en el personal de Bomberos de Chile, específicamente en la Segunda Compañía de Bomberos de La Calera, posterior al combate de incendio, cabe destacar que también apela a la necesidad disminuir el consumo de agua, debido a la crisis ambiental que presenta el país y al estar ubicada la ciudad en zona de sequía.

A través de un estudio realizado a bomberos, enfocado en su historia en el tiempo y entendiendo su trabajo, fue posible identificar el problema presente en las labores de post-incendio, realizando pruebas en terreno y según la experiencia del personal, se hizo necesario querer realizar la máquina de enrolle de mangueras. Para plantear el diseño se realizó una investigación a distintos métodos y formas de enrolle de mangueras, apelando a las nuevas tecnologías presentes en el mercado y haciendo un análisis a las leyes que regulan el trabajo dentro del país, así como también a la construcción de las mangueras y cuidados recomendados por fabricantes se identificaron las características técnicas necesarias que debe cumplir la máquina para ser aporte para bomberos.

Se realizó propuesta de diseño, haciéndolo de acorde a las especificaciones técnicas requeridas para el funcionamiento óptimo de la máquina, basado en esto se tomó la decisión de las características de diseño, tales como estructura y el tipo de motor a utilizar para el posterior uso de la máquina, entre otros aspectos. También se realizó un estudio de los costos asociados a la fabricación de esta, para de esta forma tener un valor referencial asociados a la realización de una futura inversión de la construcción y posterior puesta en marcha.

Considerando que este producto posee costos y beneficios tangibles asociados, permite la disminución de costos en conceptos de mantenimiento de las mangueras, ahorro de agua, menor cantidad de operarios, prevención de lesiones y fatiga del personal, beneficiando la salud ocupacional de los mismos operarios. Simultáneamente se obtendrán beneficios a nivel ambiental en concepto de evitar pérdidas de agua, se espera poder aportar con el ahorro de casi 200.000 litros de agua aproximadamente, esto depende netamente de la cantidad de emergencias que ocurran dentro de la ciudad.

El proyecto es viable y factible de realizar asumiendo que haya interesados en realizar un prototipo inicial, a lo cual es tentativo para el Cuerpo de Bomberos de La Calera. Una vez que se puedan constatar físicamente las capacidades teóricas de este dispositivo, se abren los mercados nacionales. Hablamos de más de 300 cuerpos de bomberos distribuidos a lo largo del país, si es fructífero el negocio dentro del país se

puede asumir que tendrá repercusiones similares en el extranjero, en España ya se han hecho diseños similares para enrollar mangueras, puesto que en todo el mundo es un proceso rutinario por realizar sin asistencia mecánica.

Mecánicamente la máquina enrolladora funcionaría sin problemas y cuenta con generosos factores de seguridad, estimados en los cálculos de cargas y esfuerzos garantizando la funcionalidad de la maquina

Económicamente la máquina no representa una gran inversión inicial, que puede ser costeada como cuerpo de bomberos, pensando en la proactividad de sus procesos y el cuidado de los miembros que conforman esta institución, cabe destacar que los bomberos son voluntarios actualmente en el país, por lo tanto, el personal existente cuenta con otro tipo de ocupación en su vida profesional, por lo que se hace necesario cuidar su integridad física. Además, la ciudad se encuentra ubicada en una zona en la cual la sequía se hace presente y existen alertas de cuidado de este recurso natural.

BIBLIOGRAFÍA

1. BOMBEROS DE CHILE. Historia de Bomberos en chile [en línea]. <http://www.bomberos.cl/historia-informacion-general> [consulta: 08 de marzo de 2018]

2. BOMBEROS DE CHILE. Mangueras de Bomberos [en línea]. <http://www.bomberos.cl/bomberos2011/material_menor/listado.php> [consulta: 08 de marzo de 2018]

3. EASY RACK. Carrete de manguera de rebobinado automático [en línea] <http://www.easyrack.org/automatic-auto-rewind-hose-reels-a-501.html> [consulta: 20 de mayo de 2018]

4. CHILE REMATES. Materiales de construcción de mangueras [en línea] <http://chileremates.cl/materiales-de-construccion/mangueras>. [consulta: 20 de mayo de 2018]

5. START FIRE. Mangueras de control de incendio [en línea] <http://startfire.cl/categorias/extincion-de-incendios/control-de-incendio/mangueras> [consulta: 20 de marzo de 2018]

6. ATLAS COPCO. Catálogo de motores neumáticos. [Documento PDF] <kimerius.com/app/download/5793854761/Motores+neumátcos+Atlas+Copco.pdfkimerius.com/app/download/5793854761/Motores+neumátcos+Atlas+Copco.pdf> [Consulta:15 de junio de 2018]

7. BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONA. Ley N° 20.001 Regula el peso máximo de carga humana [en línea] <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=235279>

8. BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL. Decreto Supremo N°69 Aprueba reglamento para aplicación de Ley N°20.001 [en línea] <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=241855> [consulta: 05 de mayo de 2018]consulta: 05 de mayo de 2018]

ANEXOS

ANEXO A: FICHA TÉCNICA

FICHA TECNICA

Equipo	Manguera para Combate de Incendios
Marca	Angus Fire
Modelo	Ultima
Fabricación / Procedencia	Estados Unidos

Descripción

Manguera de doble chaqueta para combate de incendios de excelente resistencia a la abrasión, es decir al daño producido por el arrastre y desgaste general. Su construcción garantiza un bajo peso, gran durabilidad, flexibilidad hasta bajas temperaturas (-30 °C) y resistencia a las torceduras.

Especificaciones técnicas

Doble chaqueta de tejido de poliéster	
Forro interior de goma (EPDM)	
Incluye uniones Storz DIN (instaladas en fábrica) de 2" (para tramos de 45 mm) y 3" (para tramos de 75 mm)	
Gran resistencia al calor	
Baja pérdida por fricción	
Resistente a substancias químicas, hidrocarburos y aceites	
Su construcción facilita la formación de rollos, es de fácil manipulación	
Permite almacenamiento prolongado sin presentar daño	
No requiere mantención, debe ser inspeccionada anualmente de acuerdo a los requerimientos exigidos en NFPA 1962	
Incluye inscripción "Bomberos de Chile"	
Presión de servicio	400 psi
Presión de prueba	800 psi
Presión de ruptura	1200 psi

Certificación

Fabricada bajo norma NFPA 1961, Edición 2013

Pesos de las mangueras con uniones instaladas

Manguera de 45 mm x 15 mts Color Rojo – Peso 9.6 kg. Aprox.

Manguera de 75 mm x 15 mts Color Amarillo – Peso 18 kg. Aprox.

Garantía

4 años desde la entrega a los Cuerpos de Bomberos

Embalaje

Se entregará la mangueras en embalaje de cartón

- Se adjuntan planos de diseño de máquina neumática enrolla mangueras de bomberos.

Motores de aletas LZB 33LB, LZB 34RLB con módulo de freno
Sin lubricación y reversibles

0,23-0,24 kW
0,31-0,32 CV

Par de frenado desde 0,55-520 Nm. El freno se activa por la fuerza de muelle y se suelta por la presión de aire. Para la certificación EX de acuerdo con la directiva ATEX (Ex II 2G T5 IIC D85°C) use la designación 9834 1108 00 (una sola entrega junto el motor).Certificación EX valida exclusivamente para aplicaciones con montaje fijo y no transportables.

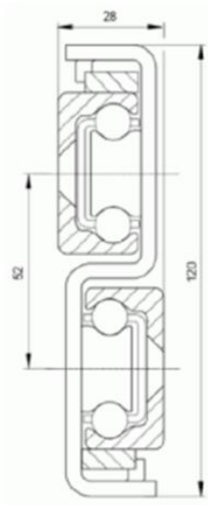
Datos a una presión de aire de 6,3 bar (91 psi)

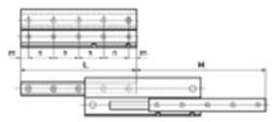
Denominación Sin lubricación	Designación	Máx. potencia kW	Velocidad a máx. potencia r/min	Par a máx. potencia Nm	Par de arranque mínimo Nm	Par de frenado Nm	Velocidad en vacío r/min	Cons. aire. a máx. potencia l/s	Peso kg	Carga sobre el eje código [1]
LZB 33LB AR150-11	8411 0340 05	0,24	7000	0,34	0,46	0,55	14000	7,8	1,35	c
LZB 33LB AR043-11	8411 0340 13	0,24	1960	1,2	1,6	2,0	3840	7,8	1,36	c
LZB 33LB AR024-11	8411 0340 21	0,24	1090	2,1	3,0	3,5	2090	7,8	1,35	c
LZB 33LB AR019-11	8411 0340 39	0,24	880	2,7	3,7	4,4	1760	7,8	1,35	c
LZB 33LB AR009-11	8411 0340 47	0,23	435	4,9	7,0	8,9	840	7,8	1,63	c
LZB 33LB AR005-11	8411 0340 54	0,23	240	9,1	12,6	16	480	7,8	1,63	c
LZB 33LB AR004-11	8411 0340 62	0,23	190	11,4	15,6	20	385	7,8	1,63	c
LZB 33LB AR0026-11	8411 0340 70	0,23	120	18,3	20,8	32	240	7,8	2,1	d
LZB 33LB AR0015-11	8411 0340 88	0,23	71	31	41	52	143	8,5	3,2	g
LZB 33LB AR0011-11	8411 0340 96	0,23	53	42	56	71	106	8,5	3,2	g
LZB 33LB AR0008-11	8411 0341 04	0,23	40	55	74	93	80	8,5	3,2	g
LZB 33LB AR0006-11	8411 0341 12	0,23	29	75	100	130	59	8,5	3,2	g
LZB 33LB AR0005-11	8411 0341 20	0,23	24	93	125	160	48	8,5	3,2	g
LZB 33LB AR0004-11	8411 0341 38	0,23	18	125	169	210	36	8,5	5,6	h
LZB 33LB AR0003-11	8411 0341 46	0,23	13	169	230	290	26	8,5	5,6	h
LZB 33LB AR0002-11	8411 0341 53	0,23	10	220	305	380	20	8,5	5,6	h
LZB 33LB AR0001-11	8411 0341 61	0,23	7	305	412	520	14	8,5	5,6	h
Acero inoxidable										
LZB 34RLB AR150-11	8411 0341 79	0,24	7000	0,34	0,46	0,55	14000	7,8	1,39	c
LZB 34RLB AR043-11	8411 0341 87	0,24	1960	1,2	1,6	2,0	3840	7,8	1,39	c
LZB 34RLB AR024-11	8411 0341 95	0,24	1090	2,1	3,0	3,5	2090	7,8	1,39	c
LZB 34RLB AR019-11	8411 0342 03	0,24	880	2,7	3,7	4,4	1760	7,8	1,39	c
LZB 34RLB AR009-11	8411 0342 11	0,23	435	4,9	7,0	9	840	7,8	1,66	c
LZB 34RLB AR005-11	8411 0342 29	0,23	240	9,1	12,6	16	480	7,8	1,66	c
LZB 34RLB AR004-11	8411 0342 37	0,23	190	11,4	15,6	20	385	7,8	1,66	c

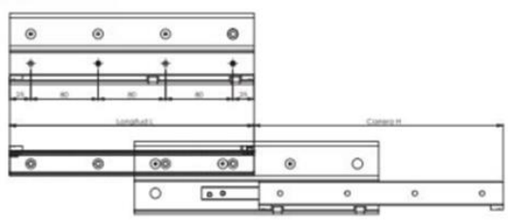
[1] Para las curvas de carga sobre el eje, vea la página 12.
El freno necesita un mínimo de 3 bar para liberarse. Las curvas de rendimiento se dan en las páginas 23 y 27.

Rieles Rollon DSS.

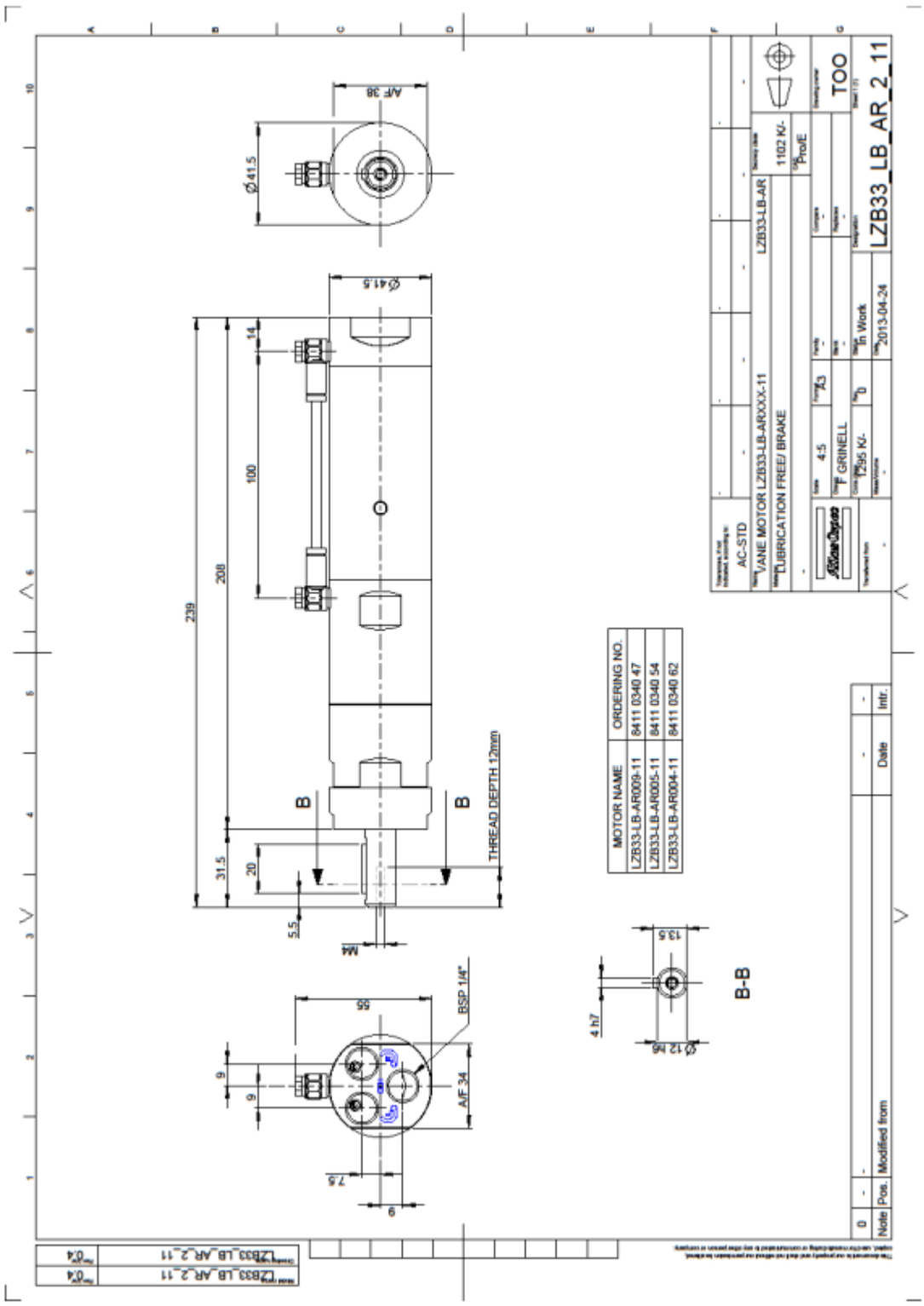
Technical Drawings



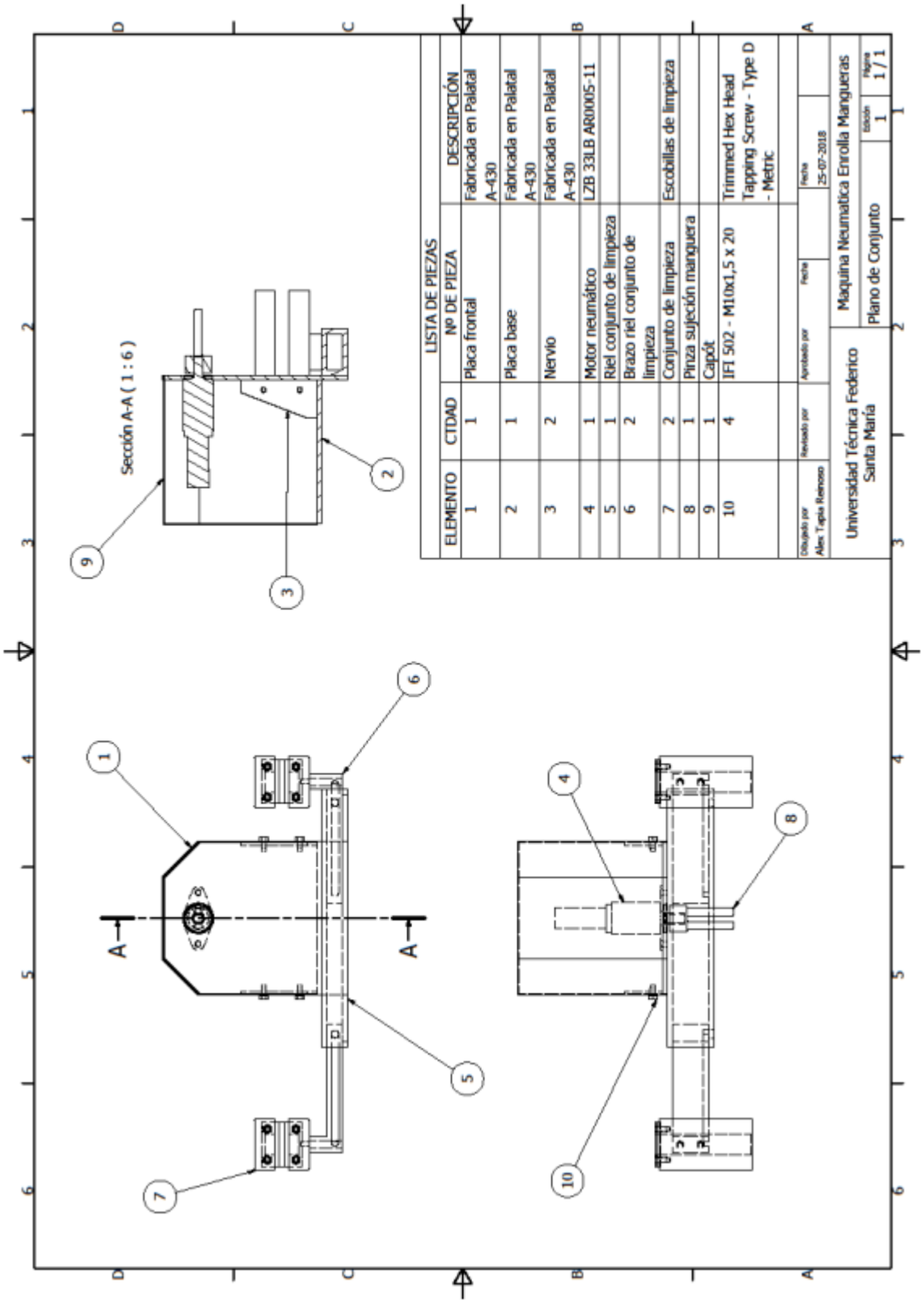




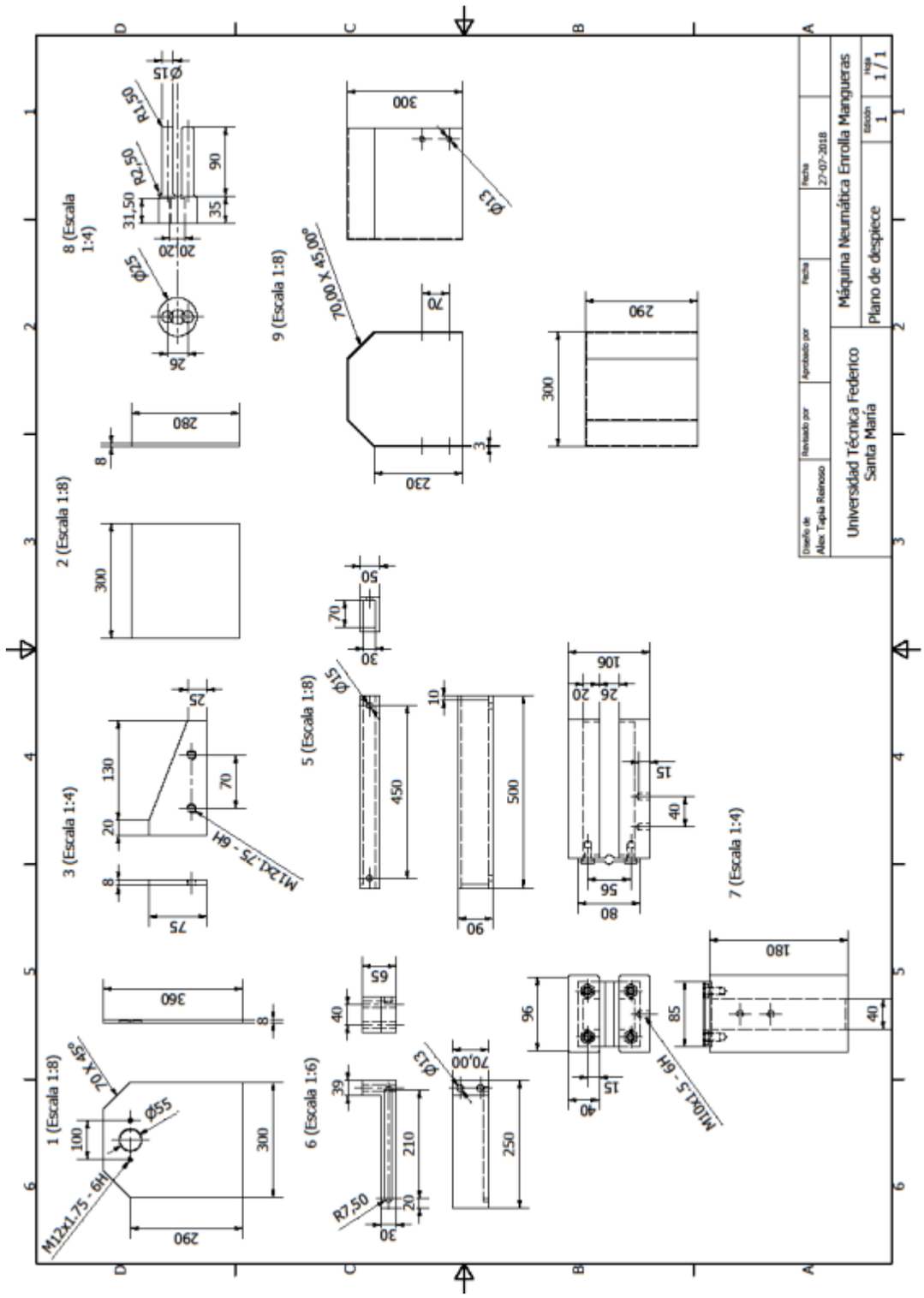
ANEXO B: PLANOS



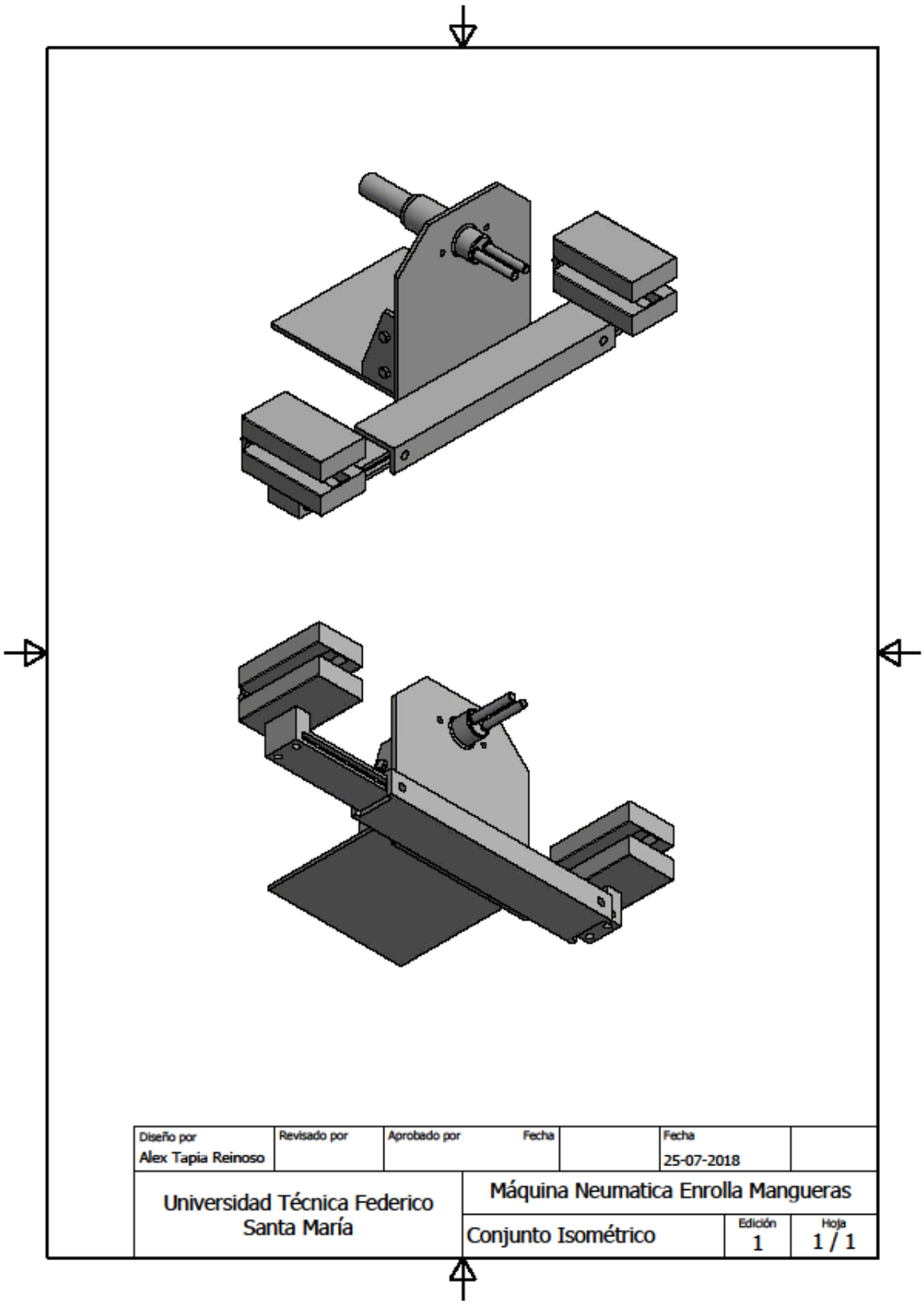
PLANO CONJUNTO



PLANO DESPIECE



PALNO ISOMETRICO



ANEXO C: PROPIEDADES RESINA

Palatal® A 430

IT 00-04/V.05
Agosto 2007

BASF
The Chemical Company

Naturaleza

Palatal A 430 es un epoxi-viniléster en base a Bisfenol A, disuelto en estireno. Esta resina es de reactividad media y viscosidad media.

Aplicación

Palatal A 430 es apropiado para la fabricación de piezas reforzadas con fibra de vidrio de propiedades mecánicas superiores para aquellas aplicaciones que requieren excelente resistencia química (estanques, protección anticorrosión, ingeniería hidráulica, renovación de sistemas de alcantarillado). Los laminados en base a Palatal A 430 reforzado con fibras de vidrio presentan excelente resistencia térmica permanente y alta resistencia a grandes cargas mecánicas dinámicas. Las piezas de Palatal A 430 sin refuerzo corresponden al tipo 11310 según DIN 16 946/2 y se clasifican dentro del grupo 5 según DIN 18 820/1.

Propiedades en estado de suministro (valores típicos)

(La viscosidad y la reactividad pueden experimentar cambios en caso de almacenamiento prolongado)

Propiedad	Valor	Unidad	Método de Ensayo
Aspecto	Claro	-	-
Color Pt-Co	≤4	-	-
Contenido de sólidos	61	%	DIN 53 216
Viscosidad Brookfield RVT 20 rpm ,23°C	480	mPa·s	ISO 2555
Reactividad a 25°C[1]			DIN 16 945, 6.2.2.2
2 mL MEKP-HD-1[2]			
1 mL CoB1[3]			
adicionados a 100 g de resina			
Tiempo de 25°C – 35 °C	12	min	
Tiempo de 25°C – T_{max}	20	min	
T_{max}	150	°C	

1) Tubo de ensayo con 30 g de mezcla de resina y agentes de curado.
2) MEKP-HD-1, Peróxido de Metiletilcetona, Laporte Chemicals
3) Octoato de Cobalto (1% Co) en estireno

Otras propiedades de la resina líquida (valores típicos)

Propiedad	Valor	Unidad	Método de Ensayo
Densidad, 20°C	1,06	g/ml	DIN 53 217
Flash Point	34	°C	DIN 53 213
Estabilidad, no preacelerada, protegida de la luz (25°C)	6	mes	

Propiedades de la resina endurecida sin carga (valores típicos)

Propiedad[1]	Valor	Unidad	Método de Ensayo
Resistencia a la tracción	95	MPa	DIN 53 455
Módulo de elasticidad en tracción	3600	MPa	DIN 53 457
Elongación a la ruptura	6,1	%	DIN 53 455
Resistencia a la flexión	150	MPa	DIN 53 452
Módulo de elasticidad en flexión	3350	MPa	DIN 53 457
Resistencia al impacto[2]	28	KJ/m²	DIN 53 453
Temperatura de distorsión por calor (HDT)	105[3] 111[4]	°C °C	DIN EN ISO 75 ASTM D 648

1) Propiedades medidas en ambiente estándar de laboratorio según DIN 50 014 (23/50/2)
2) Péndulo 15 J, distancia entre soportes 70 mm, especímen 15mm x 10 mm x 120 mm.
3) Especímen 4 mm x 10 mm x 120 mm, poscurado 24 h a 120°C
4) Especímen 10" x 10" x 5", poscurado 24 h a 120°C.

Otras propiedades de la resina endurecida sin carga (valores típicos)

Propiedad[1]	Valor	Unidad	Método de Ensayo
Constante dieléctrica			DIN 53 483
a 50 Hz/1 KHz			VDE 0303/4
seco	3,4/3,4/3,3	-	
húmedo[2]	3,5/3,5/3,4	-	
Factor de disipación			DIN 53 483
a 50 Hz/1 KHz/ 1 MHz			VDE 0303/4
seco	0,0025/ 0,0022/0,0016		
húmedo[2]	0,0037/ 0,0033/0,0023		
Resistividad Volumétrica			DIN 53 482
seco	> 10^{14}	Ω·cm	VDE 0303/3
húmedo[2]	> 10^{14}	Ω·cm	
Resistencia superficial	> 10^{13}	Ω	DIN 53 482 VDE 0303/3
Rigidez Dieléctrica[3]	120	KV/mm	DIN 53 481 VDE 0303/2

1) Propiedades medidas en ambiente estándar de laboratorio según DIN 50 014 (23/50/2)
2) Especímenes inmersos en agua potable por 24 horas.
3) Espesor de los especímenes: 0,7 mm.

Palatal® Plastics plus

BASF Chile S.A.
Departamento Palatal
Carrascal 3851 - Santiago
Fono: 56 2 6407411
Fax: 56 2 6407415
E-mail: palatal@basf.com

Propiedades específicas de piezas y partes fabricadas con Palatal A 430

- Excelente resistencia a medios alcalinos.
- Buena experiencia en el sector de la electrólisis cloro-alcalina
- Baja susceptibilidad a las fracturas por tensiones.
- Aprobado por la Agencia Federal de Aviación Alemana.

Guías de Procesamiento

Palatal A 430 es miscible con estireno. Sin embargo la adición de estireno superior a 10% da como resultado un deterioro de las propiedades físicas.
Palatal A 430 es también miscible con una amplia variedad de otras marcas Palatal que contengan estireno.

Para prevenir el escurrimiento en superficies inclinadas, es recomendable el uso de agentes tixotrópicos del tipo sílice pirogénica hidrofóbica (Aerosil R 202, Degussa AG, Cab-O-Sil TS 720, Cabot GmbH). Estos agentes se adicionan sobre la resina en proporciones no inferiores al 1%.

Palatal A 430 no está preacelerado, por lo que se debe adicionar acelerante de cobalto o amina para el endurecimiento a temperatura ambiente.
Para el curado de Palatal A 430 se pueden utilizar peróxidos de metiletilcetona con bajo contenido de peróxido de hidrógeno (MEKP-HD-1, Laporte Chemicals; Butanox LPT, Akzo Chemicals), de ciclohexanona (CHP) e hidroperóxido de cumilo (Trigonox 239, Akzo Chemicals). Si se utiliza perbenzoato de t-butilo (TBPB), se deben escoger sistemas combinados de acelerantes de cobalto y amina para asegurar un buen curado.

El estado final del curado puede optimizarse de acuerdo a los requerimientos específicos para ciertas aplicaciones, poscurando a 100°C por algunas horas. El poscurado a temperaturas elevadas es particularmente importante para artículos destinados a estar en contacto con alimentos *(ver información **"Palatal para el sector de productos alimenticios, bebidas y agua potable"**)* y es muy recomendable para piezas de plástico reforzado expuestas a ambientes corrosivos. La resistencia química de piezas y laminados fabricados con Palatal A 430 y que han sido poscurados a temperaturas inferiores a 100°C deben ser ensayados de acuerdo a los requerimientos específicos de la aplicación. Las propiedades finales de la pieza dependen de la temperatura a la cual se ha realizado el poscurado.

Para asegurar un curado libre de pegajosidad en superficies expuestas al aire y dependiendo de las condiciones específicas del curado (espesor del laminado, acelerantes, peróxidos, temperatura ambiente), se recomienda adicionar un 10% de una solución de parafina (punto de fusión 46 – 48°C) al 5% en estireno, manteniendo la temperatura de la resina entre 18°C y 35°C *(ver información **"Curado de Palatal libre de pegajosidad en aire"**)*.

BASF Chile S.A.
Departamento Palatal
Carrascal 3851 - Santiago
Fono: 56 2 5407411
Fax: 56 2 5407415
E-mail: palatal@basf.com

Palatal® Plastics plus

BASF
The Chemical Company

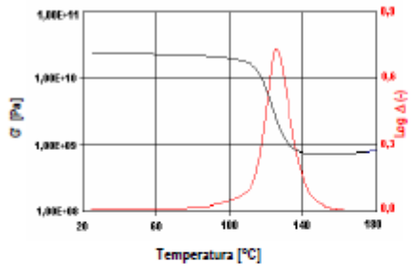


Figura 1 Variación del módulo de torsión G' y del decremento logarítmico del amortiguamiento mecánico Δ, en especimenes de prueba sin refuerzo.

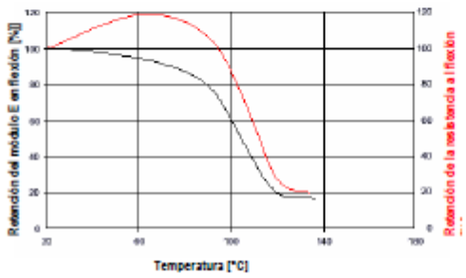


Figura 2 Retención de las propiedades mecánicas de laminados de 4 Mat 450g/m², con un contenido de vidrio de 30%, en función de la temperatura.

Propiedades de Palatal A 430 reforzado con fibra de vidrio (valores típicos) [1]

Propiedad[2]	Mat[3]	Mat / Tejido Roving[4]	Tejido Roving[5]	Tejido Unidireccional[6]	Unidad	Método de Ensayo
Contenido de Vidrio	38,6	50	59	54	%	-
Resistencia a la tracción	138	240	330	475	MPa	DIN 53 455
Módulo de elasticidad en tracción	10000	16700	21200	31300	MPa	DIN 53 457
Elongación a la ruptura	1,54	1,70	1,85	1,63	%	DIN 53 455
Resistencia a la flexión	210	420	600	790	MPa	DIN 53 452
Módulo de elasticidad en flexión	10000	14900	21500	25000	MPa	DIN 53 457

1) Curado: 1 mL Butanox LPT y 0,2 mL CoB1 sobre 100 g de resina, 12 h a 25°C, poscurado: 24 h a 120°C.
2) Propiedades medidas en ambiente estándar de laboratorio según DIN 50 014 (23/50-2)
3) Vetrotex M 123 (450 g/m²)
4) Vetrotex M 123 (450 g/m²) / Interglas 92 175 (780 g/m²)
5) Interglas 92 175 (780 g/m²)
6) Interglas 92 162 (530 g/m²)

BASF Chile S.A.
Departamento Palatal
Carrascal 3851 - Santiago
Fono: 56 2 6407411
Fax: 56 2 6407415
E-mail: palatal@basf.com

Palatal® Plastics plus

BASF
The Chemical Company

Almacenamiento

Palatal A 430 debe almacenarse en recipientes cerrados, en ambientes frescos y protegidos de la luz. Bajo condiciones adecuadas y a temperaturas de hasta 25°C puede conservarse durante 6 meses desde la fecha de elaboración. Temperaturas superiores reducen el tiempo de almacenamiento.

Seguridad

Ver hoja de datos de seguridad.

Observaciones

Las indicaciones de esta publicación se basan en nuestros conocimientos y experiencias actuales. No presuponen una garantía jurídica relativa a determinadas propiedades ni a la idoneidad para una aplicación específica. Debido a las numerosas influencias que pueden darse durante la manipulación y empleo de nuestros productos, estos datos no eximen al transformador o manipulador de realizar sus propios controles y ensayos. Todo el que reciba nuestros productos será responsable por sí mismo de la observancia de los derechos de patentes existentes, así como de las leyes y disposiciones locales vigentes. Debe tenerse en cuenta que las marcas de nuestros productos son registradas.

Palatal® Plastics plus

BASF Chile S.A.
Departamento Palatal
Camino El 3851 - Santiago
Fono: 56 2 5407411
Fax: 56 2 5407415
E-mail: palatal@basf.com

BASF
The Chemical Company