



MEJORA EN EL SISTEMA DE LA BASE DE CARGA DE LOS EXTINTORES DE LA EMPRESA ASESORÍAS Y SUMINISTROS DEL SUR S.A.S A & S DE LA CIUDAD DE NEIVA

Hans Joseph Rojas Mendoza

Universidad Antonio Nariño
Facultad de ingeniería mecánica, electrónica y biomédica
Neiva, Colombia
2020

MEJORA EN EL SISTEMA DE LA BASE DE CARGA DE LOS EXTINTORES DE LA EMPRESA ASESORÍAS Y SUMINISTROS DEL SUR S.A.S A & S DE LA CIUDAD DE NEIVA

Hans Joseph Rojas Mendoza

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero mecánico

Director (a):

Jenny Durán Torrejano

Codirector (a):

Jenny Durán Torrejano

Línea de Investigación:

Diseño y construcción.

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Neiva, Colombia

2020

Nota de aceptación:



Firma del director del proyecto



Firma de jurado


Scanned with CamScanner

Firma de jurado

Neiva (01 de Junio del 2020)

“De Dios para el mundo”

Dedico este proyecto en primer lugar a Dios, por ser mi guía, por darme la suficiente fortaleza, sabiduría e inteligencia para poder llevar a cabo este proyecto de investigación.

También quiero dedicarles este logro a mis padres, Juan Carlos Rojas y Sandy Mendoza por apoyarme en cada etapa de mi vida, por inculcarme valores y principios valiosos para mi formación tanto personal, como profesional.

Hans Joseph Rojas Mendoza

Agradecimientos

Agradezco a Dios, por acompañarme durante todo este proceso, por ayudarme a vencer cada obstáculo y por llenar mi vida de grandes bendiciones, ya que sin tu ayuda nada hubiera sido posible.

Agradezco a mis padres y demás familiares, por sus palabras motivadoras, por creen siempre en mis capacidades y por apoyarme en todo momento. A mis compañeros, quienes me acompañaron en todo este recorrido, gracias por su amistad, por su colaboración, pues sabemos que no fue nada fácil, pero con esfuerzo y dedicación lo logramos.

También quiero agradecer a los decanos, quienes me acompañaron durante todo el proceso de formación y me lideraron en este proyecto, gracias por compartir cada uno de sus conocimientos, los cuales fueron valiosos para mí.

Hans Joseph Rojas Mendoza

RESUMEN

El presente proyecto, se desarrolla para la empresa ASESORÍAS Y SUMINISTROS DEL SUR S.A.S de la ciudad de Neiva y se plantea como una necesidad para mejoramiento de la calidad en el proceso de producción, puesto que hasta el momento la organización se encuentra en proyección hacia la certificación de la calidad.

Situación ésta que requiere de mayores alternativas tecnológicas para alcanzar este propósito, implementando un modelo de mejora continua, específicamente en la base, el cierre y manipulación de la cabina utilizada para la inyección del nitrógeno (N_2) en extintores de diferente tipo, por lo tanto, el objetivo general se plantea con el fin de establecer una mejora en el sistema de la base de carga de extintores para la empresa en mención, de tal manera que modifique el sistema estático actual a uno de mayor productividad por la forma neumática implementada.

Se abordarán temáticas relacionadas con la teoría neumática que como bien se conoce, está encaminada a proporcionar accionamiento automático de un dispositivo por medio de un fluido a presión (aire).

El sistema está compuesto por cuerpo giratorio (tubos), cilindro o pistón neumático, Sistema Biela – Manivela, rodamiento, base, balines y guías o aros con rodamiento.

Palabras claves: Sistema neumático, Sistema Biela, Rodamiento, Calidad, Mejora continua.

Abstract

This project is carried out for the company ASESORÍAS Y SUMINISTROS DEL SUR SAS in the city of Neiva and is considered as a necessity for the improvement of quality in the production process, since up to now the organization is projected towards quality certification.

Current situation that requires greater technological alternatives to achieve this purpose, implement a continuous improvement model, specifically at the base, the closure and the management of the cabin used for the injection of nitrogen (N_2) in fire extinguishers of different types, therefore Therefore, the general objective is proposed in order to establish an improvement in the fire extinguisher charging base system for the company in the declaration, in such a way that it modifies the current static system to one of greater productivity due to the pneumatic form implemented .

Topics related to pneumatic theory will be addressed, which, as is well known, is aimed at providing an automatic actuation of a device by means of a fluid under pressure (air).

The system is made up of a rotating body (tubes), cylinder or pneumatic piston, connecting rod-crank system, bearing, base, balls and guides or rings with bearing.

Keywords: Pneumatic system, connecting rod system, Bearing, Quality, Continuous improvement.

Contenido

	Pag.
Lista de figuras	14
Lista de tablas	15
Lista de anexos	16
Introducción.....	18
1. Marco Referencial	20
1.1 Marco Teórico	20
1.2 Ubicación y fecha.....	26
1.3 Población y muestra.....	26
2. Marco conceptual y normatividad	28
2.1 Marco Conceptual	28
2.1.1 Cilindro neumático	28
2.1.2 Rodamiento.....	28
2.1.3 Electroválvula de acción mixta	28
2.1.4 Manguera de aire comprimido.....	29
2.1.5 Corta frio	29
2.1.6 Psig.....	29
2.1.7 Gases	29
2.1.8 Presión.....	29
2.1.9 Rotativos	29
2.1.10 Elementos de mantenimiento	29
2.2 Marco Legal	29
2.2.3 ISO 9001.....	30

2.2.4	ISO 9000.....	30
3.	Selección de elementos requeridos para puesta en marcha del proyecto	32
3.1	Fabricación del soporte	32
3.2	Elementos primarios.....	32
3.2.1	Tubo de carcasa API 5CT N80.....	32
3.2.2	Lamina de acrílico	33
3.2.3	Rodamiento 6210.....	33
3.2.4	Cilindro neumático TN32X150.....	33
3.3	Elementos Secundarios	33
3.3.1	Calibrador pie de rey.....	33
3.3.2	Flexómetro	34
3.3.3	Taladro.....	34
3.3.4	Brocas.....	35
3.3.5	Alicate	35
3.3.6	Pinza.....	36
3.3.7	Destornilladores	36
3.3.8	Llaves Bristol.....	37
3.3.9	Martillo	37
3.3.10	Segueta	38
3.3.11	Llave expansiva	38
3.3.12	Extensión eléctrica	38
3.4	Cálculos y selección del cilindro neumático.....	39
3.4.1	Selección de la tubería.....	39
3.4.2	Selección de cilindro neumático.....	40
3.4.3	Sistema de torque en las bielas	45
3.5	Listado de materiales	47
4.	Metodología	49

4.1	Sistema implementado.....	49
4.2	Otros sistemas estudiados	53
4.3	Funcionamiento del sistema.....	54
5.	Conclusiones y recomendaciones	59
5.1	Conclusiones.....	59
5.2	Recomendaciones	60
6.	ANEXOS	1
	Bibliografía	5

Lista de figuras

	pág.
Figura 3.1 Calibrador pie de rey	34
Figura 3.2 Flexómetro.....	34
Figura 3.3 Taladro manual.....	34
Figura 3.4 Brocas	35
Figura 3.5 Alicata.....	35
Figura 3.6 Pinza	36
Figura 3.7 Destornilladores.....	36
Figura 3.8 Llaves Bristol	37
Figura 3.9 Martillo.....	37
Figura 3.10 Segueta	38
Figura 3.11 Llave expansiva	38
Figura 3.12 Extensión eléctrica.....	39
Figura 3.13 Angulo de apertura	46
Figura 4.1 Cierre manual de la capsula presurizada	50
Figura 4.2 Cilindros utilizados en el sistema	52
Figura 4.3 Partes del nuevo sistema de inyección de carga química para extintores	52
Figura 4.4 Sistema de sujeción y apoyo mecánico	54
Figura 4.5 fijación del extintor bajo sistema de tornillo sin fin.....	55
Figura 4.6 Cabina interna de carga cerrada.....	55
Figura 4.7 Vista lateral del sistema de carga en posición de cerrado.....	56

Lista de tablas

	Pág
Tabla 3.1 Módulos de esfuerzo máximo de la tubería	39
Tabla 3.2 Tipos de extintores de la empresa	41
Tabla 3.3 Carga de ruptura y limite elástico de distintos tipos de aluminio	47
Tabla 3.4 Materiales y precios	48

Lista de anexos

	Pág.
Anexo 1. Cilindro interior	1
Anexo 2. Cilindro exterior	2
Anexo 3. Base	3
Anexo 4. Sistema biela manivela	4

Lista de símbolos y abreviaturas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
A	Área	m^2	$\iint dx dy$
L	Longitud	m	m
g	Gravedad	m/s^2	m/t^2
h	Altura	m	m
ρ	Densidad	g/m^3	m/v

Introducción

El nuevo sistema propuesto con una mejora de rotación en la base, y que en forma neumática permite el cierre de la cápsula, dada la necesidad que tiene la empresa Asesorías y Suministros del Sur S.A.S, de evolucionar industrialmente y así obtener producciones más rápidas en tiempo, alcanzando mayor cobertura en la prestación de los servicios. Por lo tanto, el diseño metodológico se enmarca en la línea de investigación “proyectos orientados a la solución del problema en la industria” para la Facultad de Ingeniería Mecánica que ofrece la Universidad Antonio Nariño, y que permite establecer elementos de tipo cuantitativo, razón por la cual se utilizaron instrumentos de recolección de información como estudios o investigaciones de similar sistema, o que permitieron tomar como referente operativo, además, registros fotográficos de las partes, con sus respectivas características, entrevistas para conocer primeramente el estado actual de la situación problema y poder avanzar en la búsqueda del mejoramiento continuo para el sistema en la inyección del Nitrógeno (N_2). A continuación, se describen los estudios identificados en la revisión literaria y que hacen parte del presente proyecto: En la investigación realizada por Muriel, Mendoza & Cortes (2010, p. 223 – 228) titulada Implementación de circuitos neumáticos mediante el uso de lógica neumática, mediante el uso de operaciones lógicas básicas, tal como la AND, la OR y la NOT.

Este estudio se tomó como referente porque es utilizado en la solución de problemas básicos de la industria y luego procede a implementar tecnología, con el fin de alcanzar calidad. Ahora bien, en el estudio “Una aproximación metodológica para la solución de problemas de automatización usando elementos neumáticos” (Mendoza, Muriel & Medina, 2010, p. 92 – 96) publicado en la revista Scientia Et Technica de la Universidad Tecnológica de Pereira se realizó una propuesta para dar solución a problemas de

automatización, empleando dispositivos neumáticos a través de la aplicación de la norma VDI 2860.

Para esta propuesta, era necesario conocer el grado de automatización que es expresado por el cociente de la suma ponderada de funciones automatizadas y la suma ponderada de todas las funciones. Como se dijo en el párrafo anterior, este estudio se toma como ejemplo de referencia para establecer comparaciones en algunos aspectos de este proyecto. En este caso, la versatilidad que los autores del proyecto de la referencia describen, se señala sobre las empresas que son capaces de adaptar sus sistemas ya sean automáticos o manuales, a los cambios que experimentan para la producción de un bien o prestación de un servicio. La semejanza de este proyecto al planteado como propuesta de mejoramiento para la empresa Asesoría y suministros de la Sur S.A.S se establece en la descripción del proceso así:

“la caja de embalaje avanza paso a paso, para lo que puede recurrirse a un cilindro neumático dotado de un gancho que se sujeta a la cadena de transporte. Asimismo, también es factible emplear un actuador giratorio con piñón libre, siempre y cuando el momento de giro sea suficiente. La operación de desembalar es, en principio, la misma” (p.95). De esta forma, resulta más económico, menos riesgoso el uso de piezas en un orden indistinto y en las cantidades acordes al sistema propuesto.

Si se compara con el sistema propuesto, se observa un menor costo y riesgo para el personal de la empresa, por lo que se coincide con este factor de versatilidad; por lo tanto, al comparar los sistemas se deduce un menor tiempo, lo que se concluye que la neumática cubre una gama muy amplia de aplicaciones.

1. Marco Referencial

Para la redacción y puesta en marcha de este documento se tomaron fuentes, que permitiesen el claro entendimiento y apoyo técnico necesario para su normal funcionamiento, a continuación, se describen las fuentes necesarias para este documento.

1.1 Marco Teórico

El marco teórico representa la realización de una revisión bibliográfica en asocio con el conjunto de temas, teorías y demás aspectos que guardan relación directa con el proyecto de investigación e implementación tratada y que para este caso está relacionado con el sistema mejorado la cabina de presurización con la base de carga de los extintores.

Es importante analizar aspectos que tienen relación directa con la neumática, que según (Villacres Edison, 2017) la definen como una herramienta importante dentro del control automático en la industria. Se le describe también como automatización industrial por medio de componentes neumático, es una de las soluciones de mayores beneficios porque es sencilla en el momento de la aplicación y trae un favorable futuro para la aplicación de procesos de producción y que le permiten medir la competitividad de las empresas en materia tecnológica.

La neumática tiene aplicación en diversos campos, pero la industria, resulta una de las más favorables especialmente cuando maneja sistemas robotizados o industrias de procesos continuos, que son automatizados y en gran parte neumáticamente, mostrando ventajas como: elasticidad, velocidad de los actuadores, siendo una técnica limpia y simplifica la mecánica (p. 2)

En el artículo publicado por (Jia-ming jin, 2017) Determina que, Para estudiar las características de liberación del agente extintor de gas del recipiente del extintor de

incendios en diferentes condiciones de llenado, se estableció una plataforma de prueba de chorro de agente extintor de gas. El modelo de cálculo del agente extintor de gas de inyección del recipiente del extintor de gas se construyó con AMESim y el rendimiento del agente extintor de gas se simuló utilizando el modelo de flujo de dos fases. Al cambiar la temperatura inicial y la presión de llenado, se simula la presión cambiada a la salida del recipiente, y luego se analiza enfáticamente el cambio de la presión de salida y el tiempo de descarga. Los resultados mostraron que las presiones de salida del buque extintor de incendios tenían la misma tendencia básicamente a diferentes temperaturas iniciales; todos ellos disminuyeron rápidamente con el tiempo de lanzamiento y luego tendieron a ser gentiles. Cuando la presión de llenado era más baja, la presión de salida del recipiente a diferentes temperaturas iniciales era bastante variada, y el cambio repentino de la pendiente se podía ver obviamente durante el proceso de descarga a una temperatura inicial más alta. Cuando la temperatura inicial varió de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, el tiempo de inyección se acortó con el aumento de la temperatura inicial a diferentes presiones de llenado. Además, la presión de salida del recipiente del extintor tiende a ser plana con la rápida disminución del tiempo de inyección. A diferentes presiones de llenado, la presión de salida del recipiente disminuyó rápidamente con el tiempo de inyección y luego tendió a ser suave. y el cambio repentino de la pendiente podría verse obviamente durante el proceso de descarga a una temperatura inicial más alta. Cuando la temperatura inicial varió de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, el tiempo de inyección se acortó con el aumento de la temperatura inicial a diferentes presiones de llenado. Además, la presión de salida del recipiente del extintor tiende a ser plana con la rápida disminución del tiempo de inyección. A diferentes presiones de llenado, la presión de salida del recipiente disminuyó rápidamente con el tiempo de inyección y luego tendió a ser suave. y el cambio repentino de la pendiente podría verse obviamente durante el proceso de descarga a una temperatura inicial más alta. Cuando la temperatura inicial varió de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, el tiempo de inyección se acortó con el aumento de la temperatura inicial a diferentes presiones de llenado. Además, la presión de salida del recipiente del extintor tiende a ser plana con la rápida disminución del tiempo de inyección. A diferentes presiones de llenado, la presión de salida del recipiente disminuyó rápidamente con el tiempo de inyección y luego tendió a ser suave.

Para dar validez a la investigación se estudian distintas aplicaciones en los campos como lo es las naves especiales tripuladas, ya que según (S. Kopylov, 2015) y según Basado en un análisis de incendios en condiciones de atmósfera enriquecida con oxígeno en naves

espaciales y otras cámaras selladas de diversos propósitos, se identifican los grupos de incendios más peligrosos. Para este propósito, se compilaron grupos para analizar las dependencias que describen el aumento del riesgo de incendio a un valor crítico. Se ofreció un criterio para determinar la extinción de incendios oportuna y efectiva. Se realizaron experimentos con fuego en condiciones de atmósfera enriquecida con oxígeno, y se obtuvo una serie de datos experimentales sobre la velocidad de combustión masiva de los materiales y su extinción por neblina de agua. Se ofrecieron relaciones que coligaban una serie de datos experimentales. Los estudios experimentales y analíticos se tomaron como base para la implementación del extintor manual para naves espaciales tripuladas.

La utilización y conocimiento de distintos métodos de extinción de llamas por variedad de compuestos se ve de alta importancia en este documento, es por ello que (Zhigang Liu, 2007) Este artículo describe estudios teóricos y experimentales sobre la aplicación de un extintor de neblina de agua portátil para suprimir múltiples tipos de incendios. Se desarrollaron dos prototipos de extintores portátiles de niebla de agua y se investigó su viabilidad para extinguir incendios de líquidos inflamables, aceite de cocina y cunas de madera, y para su uso en incendios asociados con un objetivo energizado. La interacción entre la neblina de agua y la columna de fuego se estudió analizando el proceso instantáneo de extinción del fuego y los perfiles de temperatura del fuego y del combustible. Tanto el análisis teórico como los resultados experimentales mostraron que los mecanismos y procesos de extinción, así como las características de neblina de agua requeridas (como la densidad del flujo de agua, el tamaño de las gotas) y cobertura de rociado) cambian con los tipos de incendios encontrados. El extintor portátil de niebla de agua con características de niebla apropiadas fue capaz de extinguir múltiples tipos de incendios.

Existen mezclas del compuesto que permiten aumentar la eficiencia en los extintores, por ello se toma este artículo como referencia de guía, ya que según (Filippo Giammaria Patrico, 2010) Los extintores de incendios deben mantenerse a intervalos regulares y surgen muchos problemas cuando los polvos secos resistentes al fuego necesitan reemplazo. Analizamos el potencial del extintor de incendios en polvo (denominado REP) como relleno en mezclas bituminosas. Las mezclas bituminosas mezcladas con REP y REP se sometieron a análisis químicos, y se probaron las propiedades mecánicas y el rendimiento ambiental de las mezclas. Se prepararon mezclas con diferentes contenidos

de REP. El rendimiento mecánico fue adecuado y se logró la compatibilidad ambiental. Se describen las aplicaciones prácticas y las perspectivas en rehabilitación, mantenimiento e investigación.

Es también de importancia los estudios que demuestran la eficiencia de los extintores y expansores en edificios o lugares de alto peligro estructural, es por ello por lo que (Howard K. Mell, 2008) La muerte cardíaca súbita es una causa importante de mortalidad en los Estados Unidos de América (2008; 117: e25-146) con aproximadamente 310000 muertes relacionadas con enfermedades coronarias que ocurren en los departamentos de emergencia o en el entorno prehospitalario anualmente. Varias organizaciones han dirigido recursos hacia el tratamiento del paro cardíaco repentino a través de un paradigma que se conoce como la "cadena de supervivencia": activación inmediata de la respuesta de emergencia 911, reanimación cardiopulmonar temprana, desfibrilación temprana y cardíaca avanzada oportuna. soporte vital. La disponibilidad inmediata de desfibriladores externos automáticos (DEA) se ha recomendado como un componente clave de esta cadena. Algunos autores han sugerido un "modelo de extintor de incendios" para el despliegue de DEA (2002; 347: 1242-1247). Los defensores de este modelo sugieren que avanzar en esta práctica sería un medio para desembolsar ampliamente la tecnología que salva vidas y que es fácil de usar. Varios expertos han cuestionado este modelo, sugiriendo que la rentabilidad de la distribución de los DEA sería ampliamente prohibitiva (*BMJ* 2002; 325: 515; Curr Opin *Cardiol*

La seguridad es un énfasis importante a tener en cuenta, esto queda definido por (Dingli Liu, 2020) La seguridad de las estaciones de servicio es crítica porque almacena gasolina y Diesel inflamables y explosivos. Por lo tanto, se deben desplegar aparatos de incendio apropiados en las estaciones de servicio en caso de una emergencia de incendio. En este trabajo, propusimos un modelo de evaluación regional para predecir los requisitos de los aparatos contra incendios de las estaciones de servicio en función de los tiempos de viaje extraídos de los mapas en línea. Se determina que el tiempo de viaje de los requisitos mínimos del aparato contra incendios (1 camión de agua y 1 camión de espuma) es de 4 minutos. Para validar el modelo, 37 estaciones de bomberos y 458 estaciones de servicio en Changsha, China, fueron consideradas como estudios de caso que condujeron a 144 escenarios de evaluación. Los resultados mostraron que los puntajes de 144 escenarios requeridos por el aparato contra incendios variaron de 47.69 a 56.69 (menos de 60) de

100, que estaban en niveles malos. Además, Los resultados de la visualización mostraron que la peor parte de las puntuaciones fueron las estaciones de servicio en las zonas rurales. Por lo tanto, estas estaciones de servicio en áreas rurales deberían estar equipadas con más extintores y sistemas de extinción de espuma. min. Para validar el modelo, 37 estaciones de bomberos y 458 estaciones de servicio en Changsha, China, fueron consideradas como estudios de caso que condujeron a 144 escenarios de evaluación. Los resultados mostraron que los puntajes de 144 escenarios requeridos por el aparato contra incendios variaron de 47.69 a 56.69 (menos de 60) de 100, que estaban en niveles malos. Además, los resultados de la visualización mostraron que la peor parte de las puntuaciones fueron las estaciones de servicio en las zonas rurales. Por lo tanto, estas estaciones de servicio en áreas rurales deberían estar equipadas con más extintores y sistemas de extinción de espuma.

Uno de los principales factores a tener en cuenta son los factores generados por los extintores portátiles, que (G.J Butterworth, 2012) describe los efectos electrostáticos producidos por los extintores ya que La liberación de dióxido de carbono líquido de los extintores portátiles se acompaña de una fuerte generación de carga como resultado de la electrificación por contacto de partículas de nieve de CO_2 en la bocina direccional. Cuando está aislado de tierra, el extintor y el operador pueden adquirir un potencial de alrededor de 30 kV y no es raro que el operador reciba una descarga electrostática al tocar un conductor conectado a tierra. Aunque no son peligrosos en sí mismos, tales choques a menudo son lo suficientemente graves como para interrumpir los esfuerzos de lucha contra incendios y pueden incurrir en un riesgo de lesiones consecuentes. Se describen investigaciones previas de electrificación durante la liberación de CO_2 y se describen los resultados de los estudios actuales dirigidos a una reducción de los efectos adversos.

Además de ello se estudian la evaluación de la capacidad de extinción de incendios para el polvo seco de fosfato, afirmando (Chung-Hwei, 2014) que el extintor de incendios es uno de los equipos importantes de seguridad contra incendios en Taiwán. El extintor de incendios en polvo ABC es un equipo de seguridad contra incendios común, ya que puede extinguir diferentes tipos de incendios, como papeles, gasolina, incendios eléctricos, etc. Los componentes principales de los polvos ABC son el dihidrógeno fosfato de amonio y el sulfato de amonio. Los componentes principales del extintor de dihidrógeno fosfato de

amonio se inspeccionan de acuerdo con la colorimetría de molibdeno-fosfato de vanadio en la Sección 4 y el método volumétrico de quinolina en la Sección 3.1 del Método de Prueba CNS 8450-1992 de Fertilizantes de Taiwán: determinación del contenido de fósforo, proyecto principal es la determinación del contenido de fósforo. El DSC se utilizó en este estudio para inspeccionar el polvo ABC de los extintores de incendios. Los valores de descomposición térmica de los componentes del polvo se analizaron directamente. No determinar el contenido de fósforo indirectamente es el concepto clave en este estudio. Los resultados mostraron que las curvas de variación del dihidrógeno fosfato de amonio y el sulfato de amonio tienen sus particularidades y no se molestarán entre sí.

Aun así, se realizan estudios de verificación de un sistema emergente de extinción de incendios, dicho por (Michael E, 2016) Los extintores autónomos son un medio de extinción de incendios robusto, confiable y mínimamente invasivo para las cajas de guantes. Las cajas de guantes presentan condiciones ambientales adversas para los materiales poliméricos; Estos incluyen daño por radiación y exposición química, los cuales tienden a degradar la vida útil de los componentes de polímero diseñados. Se han realizado varios estudios para determinar la robustez de los extintores de incendios autónomos en cajas de guantes de plutonio en una instalación nuclear, se deben realizar pruebas de verificación. Estas pruebas incluyen pruebas de activación y pérdida de masa del calorímetro. Además, deben abordarse los problemas de compatibilidad con los componentes químicos de los extintores de incendios autónomos.

Como último se percatan estudios de fiabilidad en los sistemas de extinción de incendios, descritos por (David Miller, 2015) donde Los extintores autónomos son un medio de extinción de incendios robusto, confiable y mínimamente invasivo para las cajas de guantes. Se sabe que las cajas de guantes de plutonio presentan condiciones ambientales adversas para los materiales poliméricos, que incluyen daños por radiación y exposición química, los cuales tienden a degradar la vida útil de los componentes poliméricos diseñados. El componente principal de interés en los extintores de incendios autónomos es el tubo mecanizado de nylon 6-6 que comprende el cuerpo principal del sistema. Se ha realizado el modelado termomecánico y la caracterización de nylon 6-6 para su uso en aplicaciones de cajas de guantes de plutonio. Se han generado datos sobre la degradación de la propiedad que conduce a un rendimiento de ingeniería pobre o reducido de los componentes de nylon 6-6. En este estudio, las muestras de nylon 6-6 a

la tracción que se ajustan a la carcasa de los sistemas de extinción de incendios autónomos se han expuesto a los ácidos clorhídrico, nítrico y sulfúrico. Esta información se usó para predecir el rendimiento de un componente de ingeniería de soporte de carga compuesto de nylon 6-6 y diseñado para funcionar de manera consistente durante un período de tiempo específico. Este estudio proporciona una comprensión fundamental del rendimiento de ingeniería del sistema de extinción de incendios y los efectos de la degradación ambiental debido a la exposición al ácido en el rendimiento de ingeniería. Los datos generados ayudan a identificar las limitaciones de los extintores de incendios autónomos. No se han identificado áreas críticas de preocupación para las aplicaciones de nylon 6-6 en cajas de guantes de plutonio cuando se considera la exposición al ácido mineral.

1.2 Ubicación y fecha

Este proyecto tendrá ejecución en la empresa Asesorías y suministros del sur S.A.S de la ciudad de Neiva, planteado como una necesidad de mejoramiento de la calidad en el proceso de producción, este proyecto se realiza entre los años 2019 y 2020.

1.3 Población y muestra

Aun así, la población a tomar en este proyecto está vinculada a la empresa “asesoría y suministros del sur S.A.S de la ciudad de Neiva, tomando muestras de los puntos de acceso de extintores de distintos tipos, tal es el caso tipo de producto a recargar como es Polvo químico seco, solkaflam, CO₂, agua a presión: También se clasifica por el tipo de incendio a extinguir A, B, C, D y de acuerdo a los tamaños se clasifican por su peso de recarga 5 lbs, 10 lbs, 20 lbs, 30 lbs, 80 lbs, 150 RDTE, 150 lbs, para la implementación de la muestra en concreto, permitiendo aclarar y dar validez a los objetivos impuestos y alcances del proyecto y vamos a referirnos solamente a los extintores portátiles de polvo seco de tamaño 5, 10, 20 y 30 lbs, que son los tamaños donde se van a recargar en la cabina objeto de esta tesis.

Cada uno de los análisis van apoyado directamente con fuentes postuladas en campos de publicación de sciencedirect para poder dar muestras válidas para las aplicaciones planteadas en las problemáticas.

2. Marco conceptual y normatividad

El siguiente apartado se concentrarán todas las definiciones que el lector necesita para poder comprender de manera más fácil el documento, recordemos que, al ser un proyecto de carácter profesional, puede poseer terminologías que le lector no recate sobre su léxico en ingeniería.

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 Cilindro neumático. Cilindro o pistón neumáticos es un dispositivo mecánico que produce una fuerza y desplazamiento mediante el aire comprimido. Transforman la energía potencial del aire comprimido en energía cinética. También se le conoce cómo cilindro de aire o pistón de aire. Los cilindros neumáticos son utilizados en diversas aplicaciones en la industria, procesos productivos y en la automatización. Este es parte esencial en varios tipos de maquinarias y requiere de componentes tales como: válvulas neumáticas, electroválvulas neumáticas, conectores neumáticos, manguera neumática y otros para ser accionado (INDUSTRIAS, s.f.).

2.1.2 Rodamiento. Es una pieza que, en algunos países, se conoce como rodaje, rolinera, balero, bolillero o rulemán. Se trata de un cojinete: un elemento que sirve como apoyo a un eje y sobre el cual éste gira (NSK, 2019).

2.1.3 Electroválvula de acción mixta. En las válvulas de Acción Mixta o Combinada una característica es que no requieren una presión mínima como las de acción indirecta. Estas válvulas al igual que las de acción indirecta el comando de abertura se hace en 2 tiempos, primero se vacía la presión superior del diafragma grande y después, segunda acción, la presión de abajo del diafragma lo empuja para que se abra. Además, el embolo está sujetado por medio de un resorte al diafragma grande y este resorte acelera la acción de la presión de abajo hacia arriba para abrir el mismo diafragma, esta es la segunda etapa de apertura (Mattarollo, 2018).

2.1.4 Manguera de aire comprimido. Las mangueras de aire comprimido son tubos flexibles huecos que se utilizan para la transferencia de un gas, normalmente a presión. Las mangueras de aire comprimido se suministran en una gama de diferentes tamaños, cada una para diferentes temperaturas y presiones de funcionamiento (Amidata, 2019).

2.1.5 Corta frío. se utilizan principalmente para Cortar Cables y Alambres. Sirven para el corte de las Patillas de Componentes del circuito Impreso Una Vez soldados, como también para apretar y sujetar fuertemente. Pueden usarse de forma para un corte lateral o diagonal (electricas, 2017).

2.1.6 Psig. es la escala común, cuyo cero es la presión ambiente equivalente a una atmósfera, o sea, aproximadamente 15 psi, en general no se especifica que la presión atmosférica se deja de lado y se le llama simplemente psi. Cuando es necesario dejar claro si se toma en cuenta la presión ambiente, se usa psia (o psi abs.) cuyo cero está a realmente presión cero y las primeras 15 libras de esta escala corresponden a la presión atmosférica (esacademic, 2010).

2.1.7 Gases. presionan con la misma intensidad sobre todos los puntos del recipiente. Su valor en condiciones naturales es pequeño debido a la baja densidad de gases.

2.1.8 Presión. de líquidos. aumenta con la profundidad debido al peso del líquido que tiene por encima. Por lo que la máxima presión se produce en el fondo del recipiente.

2.1.9 Rotativos. En los que mediante una rueda de paletas se empuja el aire hacia una cámara.

2.1.10 Elementos de mantenimiento. Son aquellos elementos que protegen el circuito de sobrepresiones, prolongan la durabilidad y permiten obtener un mayor rendimiento.

2.2 Marco Legal

Las definiciones legales deben cumplir un papel muy importante en la ejecución de este proyecto, principalmente por la adecuación de las normativas mínimas en sectores como

la seguridad, recordando que se debe ofrecer una confiabilidad elevada tanto a trabajadores como clientes.

2.2.1 NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 2885, Norma que hace referencia a todo lo relacionado con los Extintores de incendios recargable (Reenvasable). El Extintor de incendios que puede someterse a mantenimiento completo, incluyendo inspección interna de recipiente a presión, reemplazo de todas las partes y sellos defectuosos, y pruebas hidrostáticas.

2.2.2 NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3808 TALLERES PARA RECARGA Y MANTENIMIENTO DE EXTINTORES, tiene por objeto establecer los requisitos mínimos que deben cumplir los talleres deservicio dedicados a labores de mantenimiento y recarga de extintores portátiles utilizados para la extinción del fuego. Esta norma hace referencias normativas a Extintores de polvo químico seco NTC 1446; Protección contra el fuego, medios de extinción de fuego, polvo químico seco. NTC 2361; Extintores del tipo de agua almacenada a presión con capacidad de 9,5 L.NTC 2362; Extintores de dióxido de carbono. NTC 2885; Higiene y seguridad. Extintores portátiles. Generalidades. NFPA 2001; Clean Agent Fire Extinguishing Systems UL 8; Foam Fire ExtinguishersUL 1093; Halogenated Agent Fire ExtinguishersUL 2129; Halocarbon Clean Agent Fire Extinguishers.

2.2.3 ISO 9001. La ISO 9001 es una norma ISO internacional elaborada por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) que se aplica a los Sistemas de Gestión de Calidad de organizaciones públicas y privadas, independientemente de su tamaño o actividad empresarial. Se trata de un método de trabajo excelente para la mejora de la calidad de los productos y servicios, así como de la satisfacción del cliente. Aunque la ISO 9001 abarque todas las políticas de gestión de calidad de organizaciones públicas y privadas, ataca indirectamente las políticas de calidad del proyecto siendo este dirigido a un público con una necesidad de servicio de calidad (ISOTools, 2019).

2.2.4 ISO 9000. La ISO 9000:2015 es una cuarta edición, que anula a la ISO 9000:2005. Según la Web Oficial, esta norma internacional “proporciona los conceptos fundamentales, los principios y el vocabulario para los sistemas de gestión de la calidad (SGC) y proporciona la base para otras normas de SGC”. Las definiciones que se encuentran en la ISO 9000:2015 ayudan al usuario a un mejor entendimiento de los conceptos clave en

gestión de la calidad. Asimismo, proponen un *Sistema de gestión de calidad* bien definido. El marco de referencia en el que está basado integra conceptos, principios, procesos y recursos fundamentales. De esta manera, se propone incrementar la consciencia de cada institución respecto a sus tareas y compromisos para cumplir con las expectativas de clientes. A su vez, el campo de aplicación de esta norma internacional lo componen las empresas que realicen evaluaciones de conformidad frente a requisitos de la norma ISO 9001. De igual forma, aquellas que buscan mejorar la comunicación, la confianza en su cadena de suministro, entre otros (ISOTools, 2019).

3. Selección de elementos requeridos para puesta en marcha del proyecto

En el montaje del sistema de soporte y carga de los extintores se han de requerir elementos específicos para su normal funcionamiento, es por esto por lo que se acata este apartado a un capítulo en específico que permita dar cumplimiento al objetivo pactado.

3.1 Fabricación del soporte

Para la fabricación y adecuación de las mejoras a la base de carga de los extintores, se han de requerir diversos elementos clasificados según su implementación en el proyecto, como primarios o secundarios.

Soportado la fabricación bajo simulaciones en software CAD/CAM como lo es SolidWorks, que permitan determinar y establecer los límites de cedencia del material, además de simular temperaturas y esfuerzos máximos en áreas críticas del sistema.

3.2 Elementos primarios

Se da definición de elementos primarios a aquellos que componen directamente el sistema carga, tales como los son pistones neumáticos, tubería de acero, rodamientos y lámina de acrílico.

3.2.1 Tubo de carcasa API 5CT N80. La cabina que se consigue comercialmente está fabricada en la lámina de un $\frac{1}{4}$ " enrollada para aumentarle el calibre NO me enrollan la lámina para fabricar la cabina, recurrir a buscar tubo y en la industria quienes maneja tubos de mayor espesor es el sector petrolero. Es un tipo de equipo importante para la perforación de petróleo. Su equipo principal también incluye tubería de perforación, tubería central y carcasa, collar de perforación y tubería de acero para perforación de pequeño

calibre. El significado de N80 es el grado de tubería de acero dividido de acuerdo con la resistencia del acero en sí, y otros grados de acero como J55, K55, N80, L80, C90, T95, P110, Q125, V150, etc.

3.2.2 Lamina de acrílico. El acrílico es el polímero de metil metacrilato, PMMA; Es un Termoplástico rígido excepcionalmente transparente. En su estado natural es incoloro, pero se puede pigmentar para obtener una infinidad de colores. También se puede dejar sin pigmento para producir una lámina completamente transparente. Se produce material en un rango de parámetros de transmisión y difusión de luz, óptimo para diferentes usos.

3.2.3 Rodamiento 6210. Mecanismo, que permite disminuir la fricción ante movimientos rotativos, este rodamiento 6210 presenta características de dimensiones como lo son, diámetro interior:50mm, diámetro exterior:90mm, anchura:20mm, los materiales de la canasta y cinta son de acero, siendo este un rodamiento de bolas en una hilera.

3.2.4 Cilindro neumático TN32X150. Los cilindros hidráulicos son mecanismos que constan de un cilindro dentro del cual se desplaza un émbolo o pistón, y que transforma la presión de un líquido mayormente aceite en energía mecánica son actuadores mecánicos que son usados para dar una fuerza a través de un recorrido lineal.

3.3 Elementos Secundarios

Se da definición de elementos secundarios a aquellos que componen indirectamente el sistema de carga, tales como son herramientas y accesorios de unión.

3.3.1 Calibrador pie de rey. Tiene como función el permitir dar medidas con exactitud milimétrica, de tal forma que los segmentos donde se requieran medidas de diámetro y longitudes no presenten dificultad para la realización del proyecto.

Figura 3.1 Calibrador pie de rey



(Fuente: Google imágenes)

3.3.2 Flexómetro. Presta la función de medir con regular precisión longitudes en centímetro y milímetros, implementado para tomar medidas grandes en la fabricación de la base principal del banco neumático.

Figura 3.2 Flexómetro



(Fuente: Google imágenes)

3.3.3 Taladro. Implementado para la perforación en las áreas de sujeción, principalmente para inserción de los tornillos.

Figura 3.3 Taladro manual



(Fuente: Google imágenes)

3.3.4 Brocas. Se implementaron brocas de distintos diámetros para trabajar en conjunto con el taladro en las perforaciones.

Figura 3.4 Brocas



(Fuente: Google imágenes)

3.3.5 Alicates. Su principal función es la de sujetar y cortar cables, de tal forma que estos presenten la longitud requerida para el montaje en el banco neumático, recordando que es de gran importancia la buena gestión de cables.

Figura 3.5 Alicates



(Fuente: Google imágenes)

3.3.6 Pinza. Cumple la función de sujetar objetos de delicado espesor, principalmente en el apoyo de ensamble de piezas pequeñas, cumpliendo también en parte la tarea de corte en longitudes requeridas.

Figura 3.6 Pinza



(Fuente: Google imágenes)

3.3.7 Destornilladores. Implementado en la acción de torque a tornillos y piezas que presenten transformación de movimiento rotacional a longitudinal, ayudando también en acción de efecto palanca.

Figura 3.7 Destornilladores



(Fuente: Google imágenes)

3.3.8 Llaves Bristol. Implementado en la acción de torque de tornillos con cabeza Bristol, estos se utilizan en espacio donde el diámetro es muy limitado, ahorrando espacio en perforación y remoción de material.

Figura 3.8 Llaves Bristol



(Fuente: Google imágenes)

3.3.9 Martillo. Herramienta implementada en la acción de impacto, para posicionamiento de clavos o elementos perforantes, tareas de unión o ensamble, además de deformación de elementos.

Figura 3.9 Martillo



(Fuente: Google imágenes)

3.3.10 Segueta. Herramienta implementada en el corte de ángulos y las bases correspondientes, también cumple la función en el corte de algunos elementos implementados en las tareas secundarias de fabricación de la base.

Figura 3.10 Segueta



(Fuente: Google imágenes)

3.3.11 Llave expansiva. Implementada en acción de torque, en diámetros variables, accionamiento en la transformación de movimientos rotatorios a líneas, en acciones de unión o fijación de elementos.

Figura 3.11 Llave expansiva



(Fuente: Google imágenes)

3.3.12 Extensión eléctrica. Implementación en la distribución de alimentación para los elementos electrónicos, permitiendo tener mayor facilidad de movimiento en cada una de las tareas descritas.

Figura 3.12 Extensión eléctrica



(Fuente: Google imágenes)

3.4 Cálculos y selección del cilindro neumático

3.4.1 Selección de la tubería

En el simulador se hizo una prueba error y en la tabla 3.1 está la resistencia del tubo por lo que para la selección de la tubería no se tendrán en cuenta cálculos de resistencia, y la empresa cuenta con tubería propia de referencia seleccionada y certificación API 5L; ofreciendo esta un punto de deformación de 35.500 psi, muy superior a los 195psi de presión requerido por un extintor de polvo químico seco de 30 lbs (Octalsteel, 2015). La cabina actual estipula bajo la nomenclatura N. 3.2.1

Tabla 3.1 Módulos de esfuerzo máximo de la tubería

Pipe grade	Pipe body of seamless pipes			Weld seam of EW, LSAW, SSAW and COW pipes
	Yield strength	Tensile strength	Elongation (on 50mm or 2 in)	Tensile strength
	Rt0.5	Rm	Af	Rm
	MPa (psi), min	MPa (psi), min	% minimum	MPa (psi), min
L175 or A25	175 (25 400)	310 (45 000)	c	310 (45 000)
L175P or A25P	175 (25 400)	310 (45 000)	c	310 (45 000)
L210 or A	210 (30 500)	335 (48 600)	c	335 (48 600)
L245 or B	245 (35 500)	415 (60 200)	c	415 (60 200)
L290 or X42	290 (42 100)	415 (60 200)	c	415 (60 200)
L320 or X46	320 (46 400)	435 (63 100)	c	435 (63 100)
L360 or X52	360 (52 200)	460 (66 700)	c	460 (66 700)
L390 or X56	390(56 600)	490 (71 100)	c	490 (71 100)
L415 or X60	415 (60 200)	520 (75 400)	c	520 (75 400)
L450 or X65	450 (65 300)	535 (77 600)	c	535 (77 600)
L485 or X70	485 (70 300)	570 (82 700)	c	570 (82 700)

(Fuente: Octalsteel)

De igual manera se ofrecen los datos y especificación de un extintor de polvo seco de 30 lbs que difiere de, diámetro de 16 cm, altura de 55 cm, manómetro de presión marcado en 195 psi (siendo esta la presión máxima de carga del extintor). Esta información se encuentra en la Norma NTC 2885 (Extintores Portátiles)

3.4.2 Selección de cilindro neumático

Según las pautas programadas, se procede a realizar los cálculos que permitan seleccionar el cilindro neumático óptimo para el sistema, de tal forma que se puedan evitar costos sobre dimensionados para el mecanismo.

Para poder determinar las Mpa requeridos por el cilindro neumático se debe calcular el peso que la parte móvil posea, para ello se implementan cálculos que permitan determinar la densidad del material y estudiar la relación masa volumen, para obtener un peso adecuado, buscando así un cilindro neumático óptimo para la operación.

Las instalaciones de la empresa presentan extintores con las siguientes dimensiones; altura de 51cm, ancho de 18cm y un peso de 5,8 kg encontrándose en total carga. Para lo siguiente se procede a cortar la tubería de referencia API 5CT N80 (conforme la norma NCT 2885 son los diámetros para los extintores) a una longitud de 60 cm, permitiendo dar un índice de espacio residual óptimo para la fácil maniobra del extintor, según catalogo se selecciona la tubería de $10\frac{3}{4}$ (27.305 cm) y un peso de 48,74 kg/m.

Para poder determinar el peso de la tubería corta a 60cm, se procede a realizar una regla de 3 que permita determinar esta incógnita, implementando datos como el peso de la tubería por metro de a misma, y los 60 cm requeridos por el corte.

El extintor se instala sobre la misma base y la distancia, para obturar la válvula se logra con un brazo neumático.

Tabla 3.2 Tipos de extintores de la empresa

Extintor Manual o Portátiles		Altura	Diámetro
5 libras	125 PSI	33 cm	11cm
10 libras	150 PSI	50 cm	12 cm
20 libras	195 PSI	50 cm	17,5 cm
30 libras		55 cm	16 cm

(Fuente; Autor)

Datos:

Masa por metro de la tubería (Mm): 48,74 kg/m

Longitud de corte de la tubería (Lc): 60cm

X: Masa de la tubería cortada a 60cm

$$\frac{Mn}{1} = \frac{X}{60cm}$$

Despejando, reemplazando y dando conversión a los 60 cm se obtiene que:

$$X = 48,74 \text{ kg/m} * 0,6m$$

$$X = 29,244kg$$

NOTA: Esta masa nos permitirá calcular bajo formulación, la densidad del material que no es apreciable en la ficha técnica de la tubería.

Continuando se procede a implementar la fórmula de volumen de un cilindro para poder determinar el volumen de material exacto, que permita calcular la masa de la sección móvil de la tubería, para ellos, se calculan los volúmenes de diámetros internos y externos, para luego ser restados y determinar el volumen exacto de material.

Bajo la fórmula:

$$V = \pi * r^2 * h$$

Volumen: (v)

π : Constante con valor de (3,1416)

r: Radio del cilindro (la tubería seleccionada de diámetro $10\frac{3}{4}$ "=27,355cm para un radio de 13,65 cm)

h: Altura

Remplazando con el diámetro exterior se obtendrá V_1 bajo la ecuación planteada anteriormente, dividiendo en dos el diámetro para obtener el radio requerido en la ecuación, y tomando la altura como 60cm.

$$v_1 = \pi * (13,65cm)^2 * 60cm$$

$$v_1 = 35.120,96 cm^3$$

Remplazando con el diámetro interior se obtendrá V_2 bajo la ecuación planteada anteriormente, dividiendo en dos el diámetro para obtener el radio requerido en la ecuación, y tomando la altura como 60cm.

NOTA: según la ficha técnica de la tubería el espesor de esta es de $\frac{1}{2}$ " equivalente según la conversión a 1,27 cm, para un radio interno de 12,38 cm (dando de esta manera la diferencia entre 13,65 cm y 1,27 cm).

$$v_2 = \pi * (12,38 cm)^2 * 60cm$$

$$v_2 = 28.889,65cm^3$$

A continuación, se procede a restar V_1 con V_2 para obtener V_3 este será el volumen de material exacto de la tubería, que nos permitirá determinar la densidad del material.

$$v_1 - v_2 = v_3$$

$$35.120,96 cm^3 - 28.889,65 cm^3 = 6.231,31 cm^3$$

Implementado la ecuación de densidad (ρ):

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Tomando como masa (m) a la masa presentada por la tubería cortada a 60cm y el volumen como el hallado con la nomenclatura (V_3)

NOTA: para respetar las unidades de la densidad se procede a convertir los 29,244 kg a gramos, obteniendo un resultado de 29.244 gr

$$\rho = \frac{29.244 \text{ gr}}{6.231,31 \text{ cm}^3}$$

$$\rho = 4,7 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

Obteniendo ya la densidad del material presentando en la tubería, se procede a calcular el peso de la sección a cortar de la misma, para fabricar la pieza móvil que estará fija al cilindro neumático permitiendo dar la acción de cierre.

Para ellos se procede a calcular el volumen de material a una distancia de 50 cm, siendo esta la altura de la sección cortar la parte móvil del sistema; para comenzar se calcula el volumen con el diámetro exterior.

$$v_1 = \pi * (13,65\text{cm})^2 * 50\text{cm}$$

$$v_1 = 29.267,47 \text{ cm}^3$$

Ahora se calcula el volumen dos implementando el diámetro interior y utilizando una altura de 50 cm.

$$v_2 = \pi * (12,58\text{cm})^2 * 50\text{cm}$$

$$v_2 = 24.074,71 \text{ cm}^3$$

Restando los volúmenes se obtiene el volumen de material en la sección cortada en 50cm, para despejar la masa de la fórmula de densidad.

$$v_1 - v_2 = v_3$$

$$29.267,47 \text{ cm}^3 - 24.074,71 \text{ cm}^3 = 5.192,76\text{cm}^3$$

Despejando la fórmula de densidad obtendremos la masa de la sección, que luego será dividida en 2 para saber la masa exacta de la parte que será movida por el cilindro neumático (m_{sc} es la nomenclatura dada a la masa de la sección cortada).

$$m = \rho * v$$
$$m = 4,7 \frac{gr}{cm^3} * 5.192,76 cm^3$$

$$m = 24.405,69 gr$$

$$m_{sc} = \frac{m}{2}$$

$$m_{sc} = 12.202,85 gr$$

$$m_{sc} = 12,18 kg$$

Sabiendo ya la masa que el cilindro neumático debe mover, implementaremos ecuaciones de presión despejadas de la fórmula de Fuerza teórica.

$$F = P * S$$

Para convertir los Kg a N se procede a multiplicar la masa por la gravedad con constante de $9,8 \frac{m}{s^2}$

$$W = m * g$$
$$W = 12,20 kg * 9,81 \frac{m}{s^2}$$
$$W = 119,56 N$$

Observando esta fuerza requerida se procede a buscar en catálogos de cilindros neumáticos, seleccionando el cilindro de referencia TN32X150 siendo este un cilindro neumático de doble eje, que presenta una Superficie de contacto de 83mm*38mm y una presión de operación de 0,15 Mpa en presión mínima a 1 Mpa en presión máxima ($1Mpa=10,2 \frac{kg*f}{cm^2}$).

A continuación, se procede a calcular el área de la sección en contacto mediante la ecuación de área de un rectángulo, además de igualar los valores para poder verificar la anterior información.

$$A = L * L$$

$$A = 83 \text{ mm} * 38 \text{ mm}$$

$$A = 3.154 \text{ mm}^2$$

$$A = 31,54 \text{ cm}^2$$

$$A = S$$

Luego,

$$F = P * S$$

$$F = 10,2 \frac{\text{kg} * f}{\text{cm}^2} * 31,54 \text{ cm}^2$$

$$F = 321,708 \text{ kg} * f$$

$$F = 3.152,74 \text{ N}$$

La igualdad estipulada anteriormente, especifica la superioridad del esfuerzo suministrado por el cilindro neumático seleccionado, ante la fuerza de oposición generada por las piezas móviles que presenta el sistema, siendo 119,56 N la fuerza necesaria para igual el peso del sistema y 3.152,74 N la fuerza generada por el cilindro neumático, con esto podemos comprobar la selección óptima del cilindro neumático requerido.

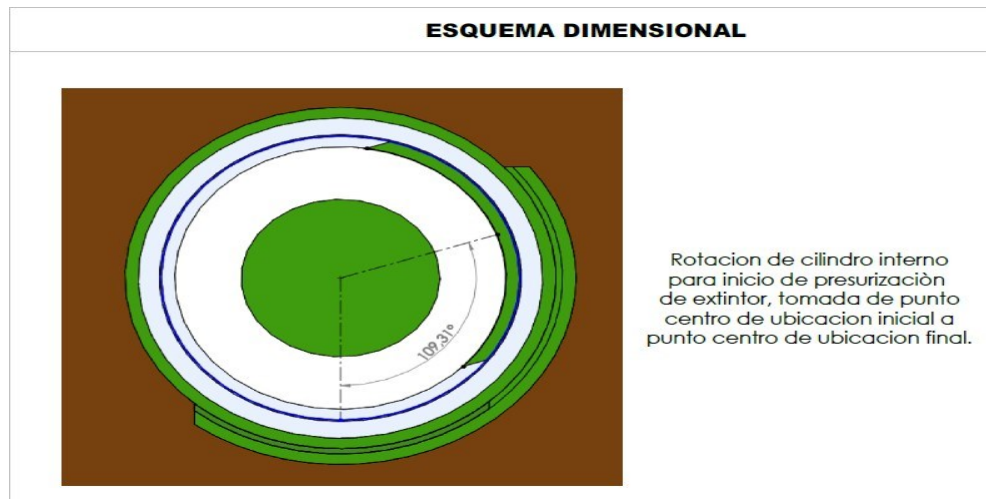
De esta forma se valida que la fuerza generada por el cilindro neumático es la requerida para mover el peso de la pieza móvil del sistema; aclarando que en la formulación se utilizó la presión máxima permisible en el cilindro neumático.

NOTA: es claro afirmar que, en la práctica, la fuerza real o necesaria es un poco mayor, ya que existen fuerzas de rozamiento con la estanqueidad del cilindro. Por ello se considera que la fuerza teórica del cilindro se ve reducida entre un 10-15 %, además de la disminución de la fuerza requerida por la implementación de un rodamiento que permita bajar los índices de rozamiento que puedan presentarse por criterio que sea aplican en la vida real y no son tomadas por las formulaciones ideales (Andes, 2020)

3.4.3 Sistema de torque en las bielas.

Siendo el sistema de transmisión principal, un sistema de biela, se procede a calcular el momento de torque ofrecido por el cilindro mecánico, y transmitida mediante la Biela; permitiendo dar un Angulo de apertura de 109°.

Figura 3.13 Angulo de apertura



(Fuente: Autor)

Teniendo en cuenta el anexo 4, procedemos a calcular el torque generado con respecto a la longitud de la biela de 214mm que al ser pasados a metros se obtiene 0,214 m, implementando la formulación de torque en momento que describe la fuerza aplicada respecto a una distancia de punto de origen.

$$\tau = F * r$$

Donde F es la sigla representativa de fuerza aplicada medida en Newtons y r la longitud entre la fuerza aplicada y el punto de transmisión final; siendo la fuerza generada por el cilindro neumática aquella a transmitir de 321,708N en su máximo impulso neumático equivalente a 1Mpa. Reemplazando la formula obtenemos.

$$\tau = 3.152,74 \text{ N} * 0.214\text{m}$$

$$\tau = 674,68 \text{ N} * \text{m}$$

Siendo el esfuerzo aplicado y transmitido por la biela de 674,68 N*m; de esta manera podemos seleccionar un material como el aluminio 1050 que presenta un esfuerzo de deformación de 90 N/mm² como se puede apreciar en la tabla de carga de ruptura y limite elástico de diferentes tipos de aluminio (ingemecanica, 2015)

Tabla 3.3 Carga de ruptura y límite elástico de distintos tipos de aluminio

ALEACION	CARGA ROTURA	LÍMITE ELÁSTICO	ALARGAMIENTO	DUREZA BRINELL
NORMAS A.A.	Rm - N / mm ²	Rp 0,2 - N / mm ²	A 5,65 %	HB
7075- T7351	440	360	6	140
7075- T6 / T651	470	400	5	130
2024- T6	425	315	5	125
7020- T6 / T651	360	290	10	120
2024- T3	400	270	8	120
2007- T3	340	220	6	115
2014- T4	430	275	18	110
2007- T4	330	210	7	110
2017- T4	380	260	12	105
2011- T3	360	295	15	100
6061- T6 / T651	150	110	16	95
6062- T6 / T651	295	250	8	95
2030- T4	330	210	7	95
6060- T6	190	150	8	85
5052- H34	195	90	30	70
5083- O / H111	270	110	16	70
5086- O / H111	240	95	16	65
6063- T5	175	130	6	60
5154- O / H111	215	85	16	55
5754- O / H111	190	80	16	55
5251- O / H111	160	60	16	45
1200- H18	125	150	15	45
3003- H14	130	110	6	45
5005- H24	145	110	6	45
1050- H18	165	150	15	43
1200- H14	125	115	20	37
1050- H14	125	115	20	35
1200- O	90	34	40	23
1050- O	90	34	40	21

(Fuente: ingemecanica.com)

3.5 Listado de materiales

A continuación, se genera una tabla donde se especifican el listado de materiales requeridos para la implementación del sistema de carga. Esta tabla lleva en si precios, cantidades, además de valores por unidad de producto, junto a una breve descripción del

producto adquirido, esto dando cumplimiento al apartado de materiales y costos del proyecto.

Tabla 3.4 Materiales y precios

FUENTE DE FINANCIACIÓN				
RECURSO		ESTUDIANTE	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	ENTIDAD EXTERNA
CANT	DESCRIPCION	VALOR UNIT.		VALOR TOTAL
2	TRAMOS DE TUBOS	\$ 600.000		\$ 1.200.000
1K	SOLDADURA 7018	\$ 12.000		\$ 12.000
1	RODAMIENTO	\$ 18.000		\$ 18.000
1	ACRILICO	\$ 10.000		\$ 10.000
1	PLACA	\$ 100.000		\$ 100.000
20	BALINES	\$ 3.000		\$ 60.000
2	BOMBA NEUMATICA	\$ 150.000		\$ 300.000
1	TORNILLO SIN FIN	\$ 50.000		\$ 50.000
4	DIA DEL TRABAJO DE SOLDADOR	\$ 70.000		\$ 280.000
1	PRUEBA LUZ NEGRA	\$ 800.000		\$ 800.000
TOTAL				\$ 2.830.000

(Fuente: Autor)

4. Metodología

La metodología describe y explica los distintos métodos estudiados para esta investigación y la selección del más adecuado a implementar, observando y aclarando las ventajas que presentan cada uno de ellos; de igual manera se exponen en un segundo subcapítulo los otros estudios tenidos en cuenta.

Para llevar a cabo la mejora en el modelo propuesto, en el que se incluye movimiento de rotación a la base, es necesario que el autor de esta propuesta se ilustre en toda clase de conocimientos, iniciando para tal fin con la sistematización de la información, que de manera exploratoria se alcanza la información complementaria a los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación académica, que conducen a la obtención de cálculos para el desarrollo de las piezas y posterior ensamble de estas hasta la obtención de la mejora en el sistema propuesto.

Es así como, el tipo de investigación es de tipo explicativo, que en la literatura de la Metodología de la investigación (Hernández, 2016) se inicia con un estudio de campo representado en las diversas investigaciones y representan un nivel profundo de conocimiento del objeto estudiado, que posteriormente se concluyen explicando relaciones causales, obteniéndose de esta manera el diseño de un modelo nuevo en el que el movimiento de la base es la característica principal para este proyecto.

4.1 Sistema implementado

Al examinar la calidad en los procesos de producción, encontramos que se ha establecido una serie de normas de interés; estas normas son las ISO 9000 (Calidad) y todas sus derivaciones, las cuales vigilan y controlan no solo la calidad en el bien tangible sino también en el intangible (prestación de servicios), razones que ameritan la búsqueda continua de procesos de mejora para alcanzar la certificación en la norma ISO NTC9000-2015 y consolidar una mayor producción en el menor tiempo posible, puesto que actualmente se presentan las recargas químicas en un tiempo de XX minutos y con el

L Mejora en el sistema de la base de carga de los extintores de la empresa asesorías y suministros del sur s.a.s a & s de la ciudad de Neiva

sistema propuesto, los tiempos de producción son menores, dado que se implementa un sistema de cierre neumático, sobre una base que gira, para obtener óptimos resultados.

Con este propósito, la empresa ASESORÍAS Y SUMINISTROS DEL SUR S.A.S orienta sus objetivos de producción hacia la satisfacción de los clientes y desde este hecho, mejorar el sistema, el cual se desarrolla sobre un modelo que se manipula en el cierre de forma manual, y del que se busca mejorar para fortalecer los procesos de producción y de seguridad industrial en la empresa, dado que la actividad comercial a la que se dedica, consiste en ofrecer los servicios de carga química a los extintores de diferentes tipos, y esta operación se lleva a cabo manualmente, en donde el operario, una vez tenga dispuesto el extintor, cierra una cabina de forma manual para proceder a la inyección de hidrógeno tal como se muestra en la figura 1 que a continuación se evidencia.

Se requiere que el procedimiento de cierre mejore, para el fortalecimiento de los sistemas de producción y la seguridad de los trabajadores, por lo que se propone un sistema de rotación utilizando cabinas presurizadoras con una base rotatoria que permita la activación del sistema y se cierre neumáticamente para proceder a la carga del extintor y que no exista el riesgo de explosión.

Figura 4.1 Cierre manual de la capsula presurizada



(Fuente: Autor)

Para ser más específicos, y entender la problemática por la cual surge el desarrollo de la idea, es importante describir que la mejora se produce en el accionar del sistema de cierre de la cápsula, por lo que se evoluciona neumáticamente y para tal fin se hará uso de piezas como bomba neumática, tornillo sin fin, tubos, soldador, placa en acrílico, balines entre otros.

Estas características hacen que la seguridad en las empresas sea un compromiso y responsabilidad, razón por la cual la totalidad de los sitios o lugares de trabajo, cuentan como mínimo con un extintor para salvaguardar y proteger las instalaciones o plantas de algún tipo de eventualidad en caso de incendio.

De acuerdo con estas características, la actividad comercial y de prestación de servicios de la empresa ASESORÍAS Y SUMINISTROS DEL SUR S.A.S inició procesos de carga de extintores, contando con la supervisión y vigilancia de expertos, pero, con un sistema de carga manual que pese a que cumplía con los requerimientos de calidad y satisfacción para los usuarios, el procedimiento representa un riesgo para la seguridad laboral de la empresa, dado que el cierre de la cápsula se realiza de forma manual, utilizando un modelo estático, situación que ha venido causando inconvenientes, tanto en el tiempo de producción como en la seguridad laboral, que han puesto en riesgo la vida de los empleados de la planta y han deteriorado algunos espacios de la planta física.

Por esta razón, y debido a los diferentes inconvenientes registrados por la Aseguradora de Riesgos Laborales - ARL, se plantea una propuesta de mejora en el sistema de carga, de tal forma que, se produzca un cierre neumático de la cápsula, para lo cual se establece unas balineras que generan la rotación de la base de carga de los extintores, es decir que pase de un modelo estático a un modelo con rotación, en el que se incluye como se dijo anteriormente, un cilindro neumático de la cápsula, balineras para generar el cambio de sistema, y una ventana en acrílico, para que el operario pueda divisar lo que está pasando al interior de la cápsula, y de esta forma facilite el cierre y favorezca las condiciones de seguridad industrial en el operario y la empresa.

En conclusión, se quiere mejorar el sistema de la base de carga, hacerlo rotatorio con el fin de que el cierre se haga de forma neumática y ubicar una ventana que permita visualizar el proceso cuando esté en el límite permitido para el extintor.

A continuación, se muestra un esquema diseñado para visualizar la estructura que se realizó para el nuevo sistema, mejorando los tiempos para la inyección de la carga química y, por ende, la calidad en los procesos de inyección.

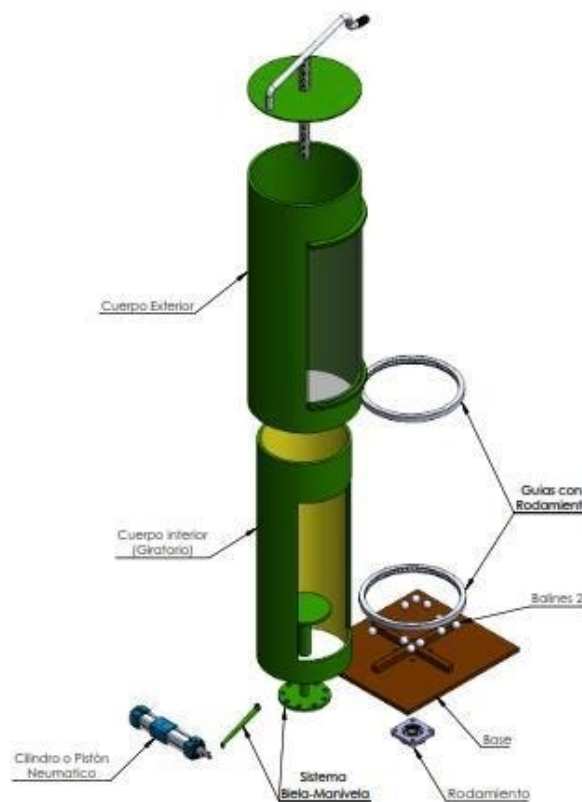
Figura 4.2 Cilindros utilizados en el sistema



(Fuente: Autor)

El cambio en la mejora del sistema se hace necesario para agilizar los procesos de inyección de hidrógeno en los diversos tipos de extintores, teniendo en cuenta que el proceso es manual, mientras que si se mejora el sistema los beneficios de producción fortalecen la productividad de la empresa y se mantendrá más elevado el sistema de seguridad del personal de la empresa.

Figura 4.3 Partes del nuevo sistema de inyección de carga química para extintores



(Fuente: Autor)

4.2 Otros sistemas estudiados

En otro estudio y Según, (Mavares, 2017) el estudio se ha orientado a diseñar una estrategia para contrarrestar un problema de flujo de gas/agua presurizado superficial no esperado en revestidores que son perforados sin el equipo de control en campos de Costa afuera en Río de Janeiro, Brasil; este es un estudio que llama la atención porque es utilizado como estrategia para minimizar el tiempo en que el sistema cementante es vulnerable a canalización.

El mecanismo de zonas presurizadas superficiales se puede predecir y se pueden tomar precauciones. En este estudio se tomaron, primeramente, las medidas, verificando el riesgo de flujo presurizado. Se realizaron pruebas cortas de 30 minutos, donde se observó de forma permanente el pozo, en condiciones estáticas para eliminar los efectos de la densidad equivalente de circulación que enmascara el pozo a fluir bajo condiciones dinámicas (Lopez, 2009).

Al igual que en el sistema de inyección del hidrógeno en la carga química del extintor, las consecuencias del flujo de gas/agua presurizado pueden ser tan severas que además de la pérdida del pozo, produce pérdidas humanas.

Los resultados de este estudio permiten un ahorro de 2.3 MM de USD a la empresa, en las fases de los revestidores y los costos en la etapa de perforación (Lopez, 2009) por lo que se busca la reducción de costos en la parte operativa, tal como se especifica en el nuevo sistema rotativo para la base de carga de los extintores.

Otro estudio de apoyo a la labor de revisión bibliográfica es “Ingeniería mecatrónica en el diseño de maquinaria bajo un enfoque integral” (Jaymes, 2015), en la cual se muestra una serie de casos que describen diagramas, plantas de producción, control, sistemas y demás variables que permiten comparar en el proceso de aportes a la elaboración del trabajo, específicamente en el movimiento del brazo mecánico en pasos 1 y 2, con las características de este (p. 17)

Los aportes de este estudio se presentan en la manera como describen las piezas utilizadas: motor, los tipos de motor, sin fin, brazo mecánico, entre otros.

De ahí que el motor es la pieza que dota al brazo de la capacidad de girar y debe ser seleccionado cuidadosamente, verificando que reúna las características adecuadas y se adapten a las solicitudes requeridas para el diseño.

En cuanto a los tipos de motor, la elección de éste gira en torno a las características sea del motor asincrónico o sincrónico (Jaymes, 2015)

4.3 Funcionamiento del sistema

Descrito el principio de funcionalidad del sistema, se procede a explicar el montaje y puesta en marcha del sistema de carga, dado como sistema de apoyo y seguridad para los trabajadores e integridad física de la empresa.

El sistema consta de una superficie de apoyo donde estará posicionando la base principal, junto a su sistema móvil que permitirá el cierre de la cabina, este sistema estará apoyado de un movimiento rotacional mecánico generado por un cilindro de pistón neumático, como se puede apreciar en la figura 4.4.

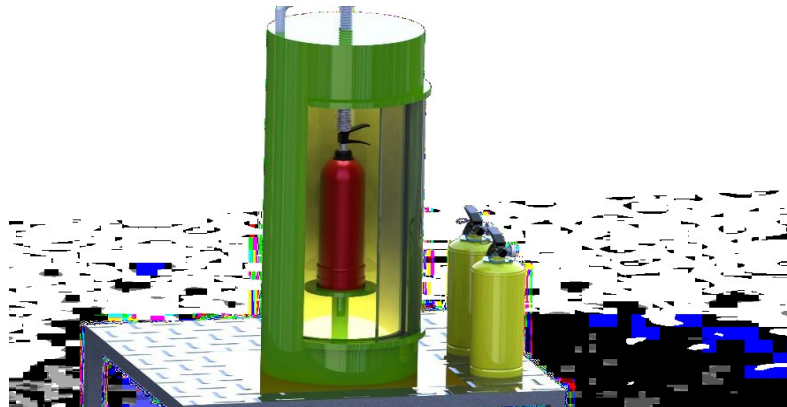
Figura 4.4 Sistema de sujeción y apoyo mecánico



(Fuente: Autor)

Como siguiente acción se procede a posicionar el extintor dentro de la cabina, fijándolo correctamente mediante un principio de movimiento rotación-longitudinal, que es permitido gracias a un sistema de tornillo sin fin, que permita dar el torque necesario que fije el extintor a las áreas de sujeción.

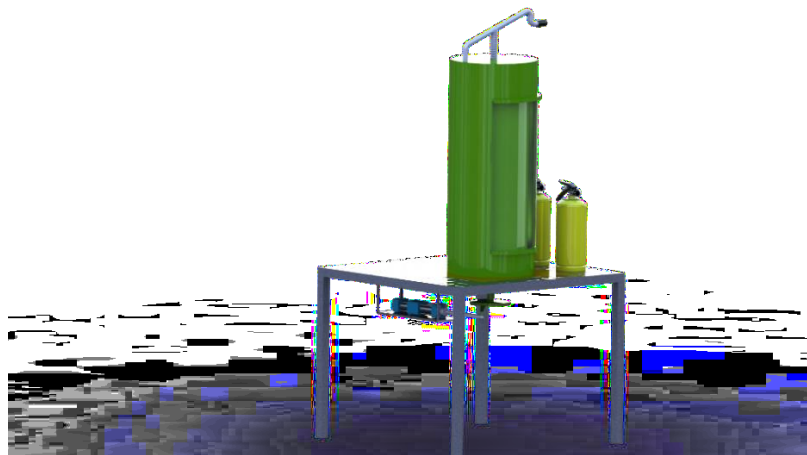
Figura 4.5 fijación del extintor bajo sistema de tornillo sin fin



(Fuente: Autor)

Posteriormente y asegurándose de la fijación correcta del extintor, se procede a accionar el sistema del cilindro neumático que permita la rotación del sistema móvil cerrando la cabina, y permitiendo mediante una placa de acrílico observar el correcto cierre total del sistema, como se puede observar en la figura 4.6

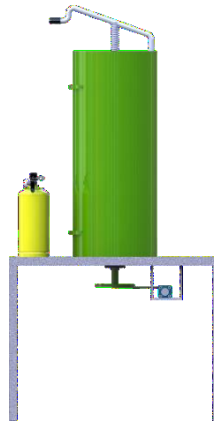
Figura 4.6 Cabina interna de carga cerrada



(Fuente: Autor)

Dando la posibilidad de realizar el proceso de carga, ofreciendo mayor seguridad al operador de sistema, como mayor seguridad a las instalaciones de la empresa, además de optimizar los tiempos de carga en cada uno de los procesos realizados, y acatando el cumplimiento de los requerimientos de la ARL.

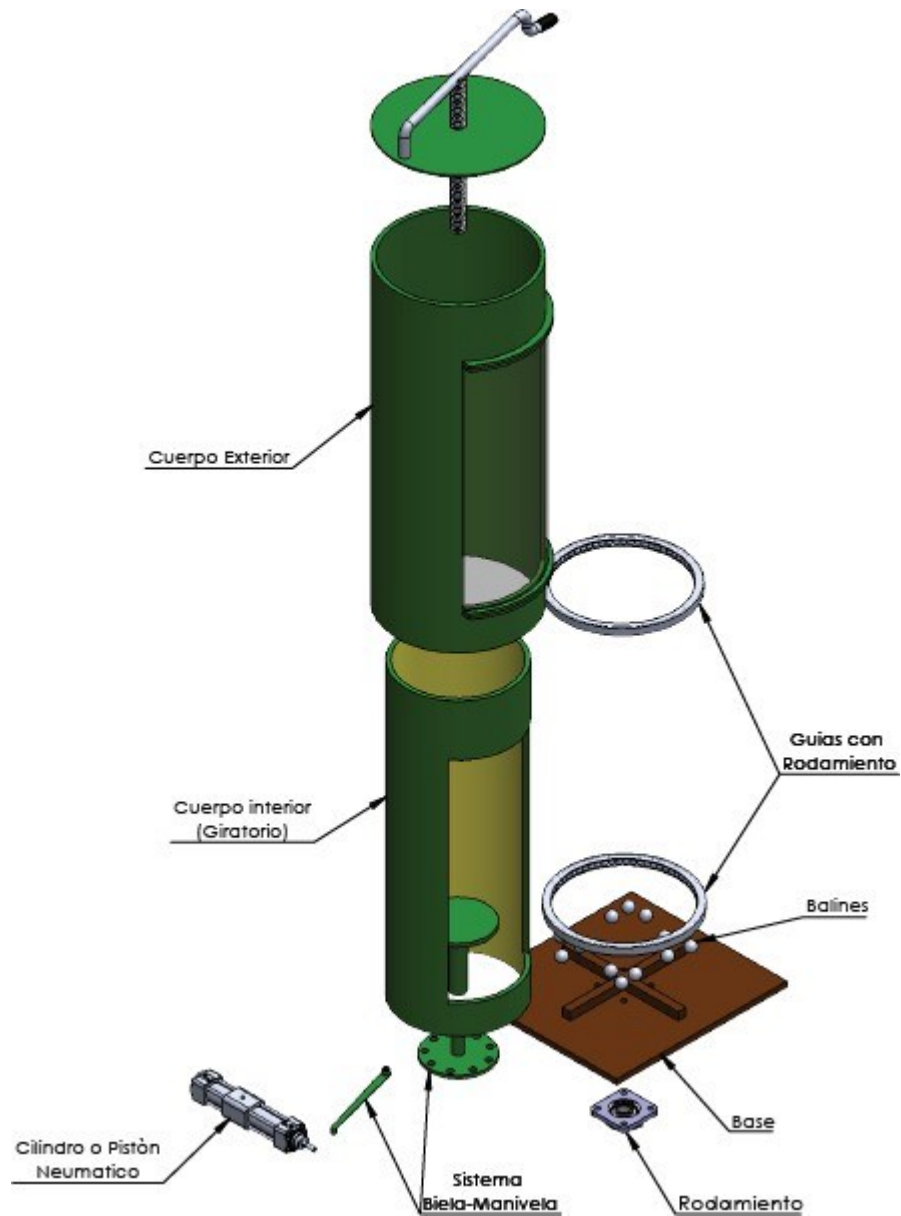
Figura 4.7 Vista lateral del sistema de carga en posición de cerrado



(Fuente: Autor)

Figura 4.8 Determinación de los cálculos para el diseño y construcción de la mejora del nuevo sistema, demostrando la funcionalidad del mismo

Para iniciar con la memoria de cálculo partimos de nuestro esquema general del equipo



(Fuente: Autor)

Para la selección de la tubería se tuvo en cuenta la medida de extintor de polvo químico seco de 30 lbs, que tiene una medida aproximada de diámetro: 16 cm. (6,3 pulg) altura total: 55 cm (21,6 pulg). manómetro: 195 p.s.i. presión de trabajo: 195 p.s.i. a partir de la de diámetro de 6,3 medida del extintor más grande se extrapolo a un tubo de 10 plg de diámetro nominal y con un diámetro interno de 8.66 pulg. y la altura se determina de la misma manera, tomando la altura del extintor de 30 lbs que es 21.6 plg y se extrapoló la medida a 31 pulg de longitud de la tuba para darle espacio al tornillo de graduación para los otros extintores (de 5 lbs, 10 lbs, y 20 lbs).

La tubería selecciona fue tubería tipo petrolera que cumpla con la norma API 5L, norma para tubería de oleoductos y gasoductos, los tubos seleccionados cumplen con esta norma de grado B, que tiene un punto de deformación a los 35500 psi, la está muy por encima de las presiones de operación de recarga de extintores que es de 195 psi.

5. Conclusiones y recomendaciones

Ante las problemáticas presentadas y ofreciendo las posibles soluciones a estas, se acata el sistema, permitiendo en si obtener las siguientes conclusiones determinadas para los objetivos específicos ante puestos al proyecto, generando una referencia a cada una de ellas.

5.1 Conclusiones

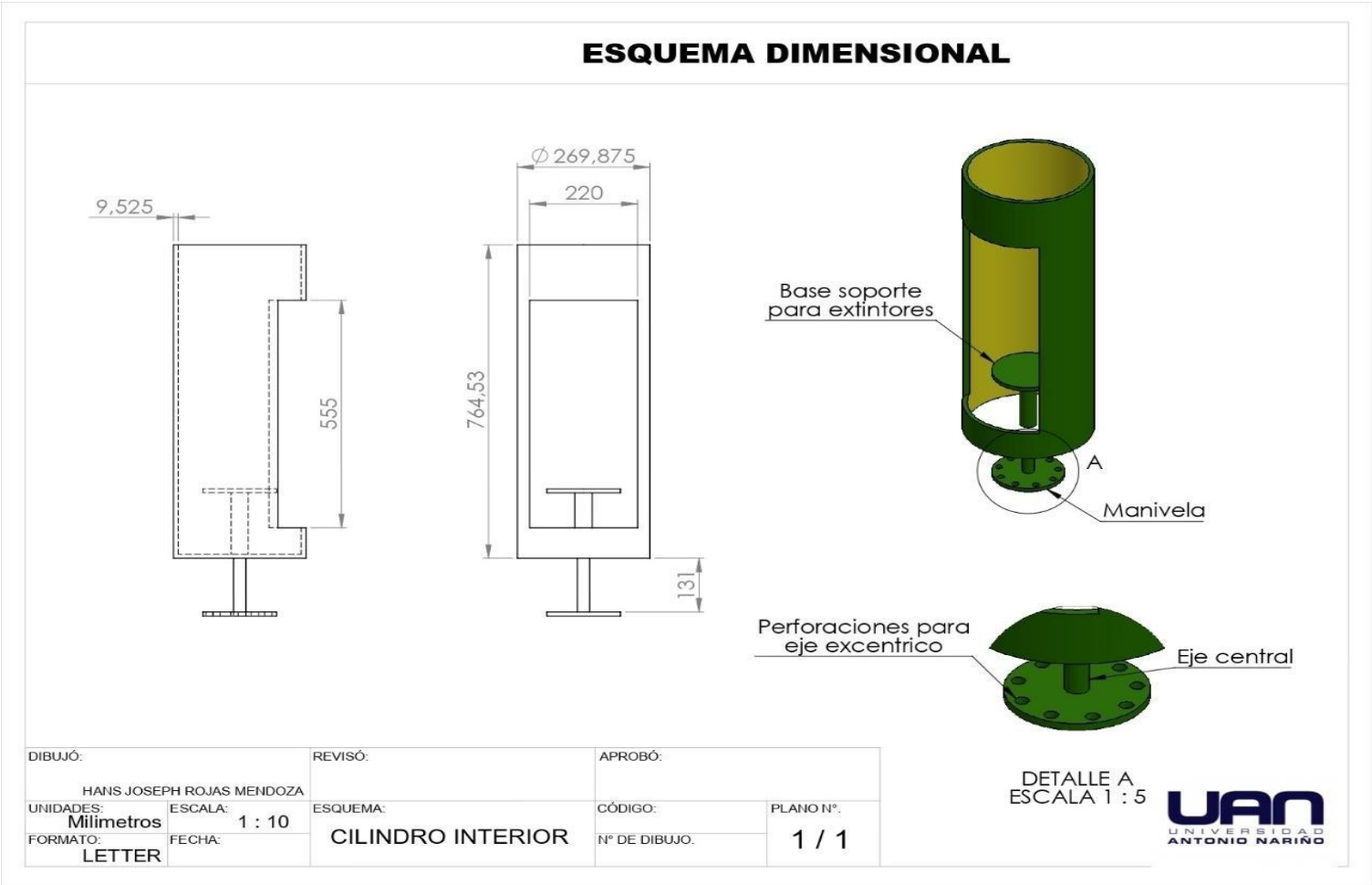
- Se logra analizar y determinar los posibles fallos que se están generando en los sistemas actuales de carga de los extintores en la empresa “Asesorías y suministros del sur S.A.S”
- Se analizan los riesgos y se logra generar seguridad antes posibles accidentes laborales, además lograr aumentar la fiabilidad de las instalaciones ante posibles daños.
- Se analizan los riesgos y se diseña un sistema que se logra seguridad ante posible se realizan estudios que permitan seleccionar el material adecuado para la cabina principal, de tal forma que logre soportar altos impactos ante una posible explosión del extintor.
- Se implementa un sistema tecnológico como lo es el pistón neumático que permita la automatización del sistema en la acción de cierre de la cabina de trabajo.
- Se logro diseñar un sistema completo, que cumple con el funcionamiento de la característica de carga de los extintores, que genere seguridad a los trabajadores e instalaciones.
- Se disminuyen los tiempos de carga de los extintores de la empresa “Asesorías y suministros del sur S.A.S” optimizando trabajos y distribución del personal.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda la opción de adicionar sistemas de sujeción de los extintores más autónomas, de tal forma de que el pistón neumático permita generar dos acciones a la vez.

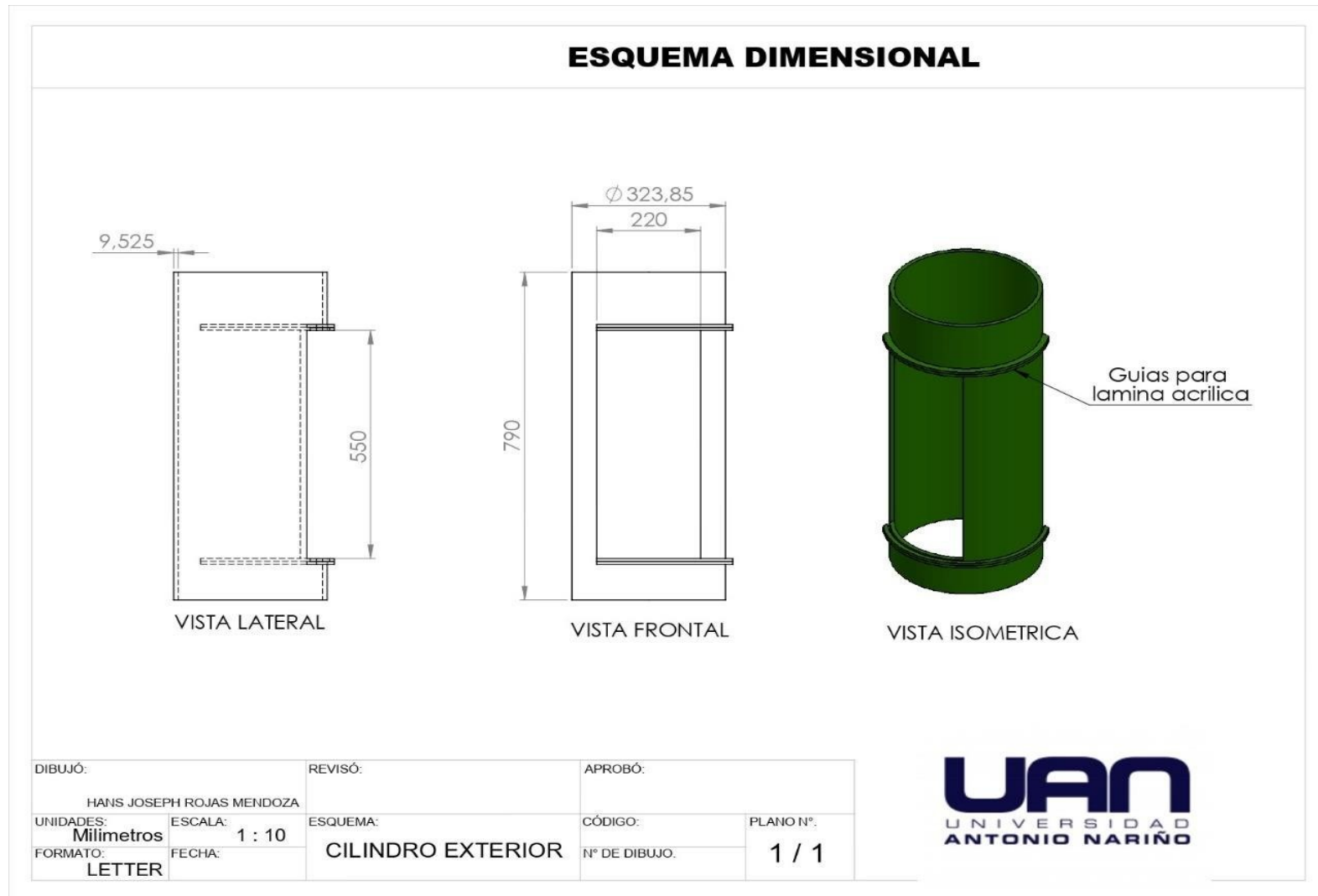
6. ANEXOS

Anexo 1. Cilindro interior



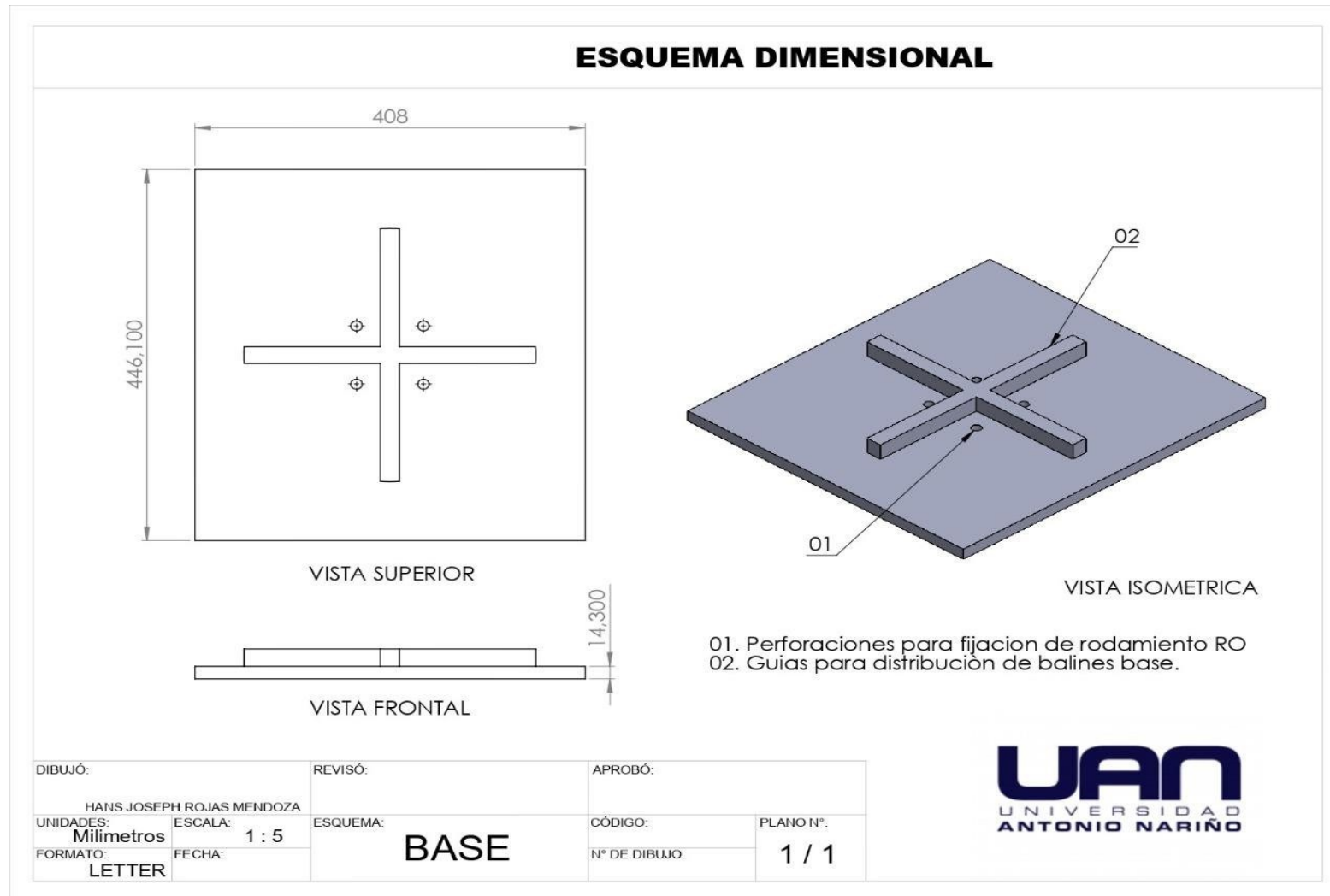
(Fuente: Autor)

Anexo 2. Cilindro exterior



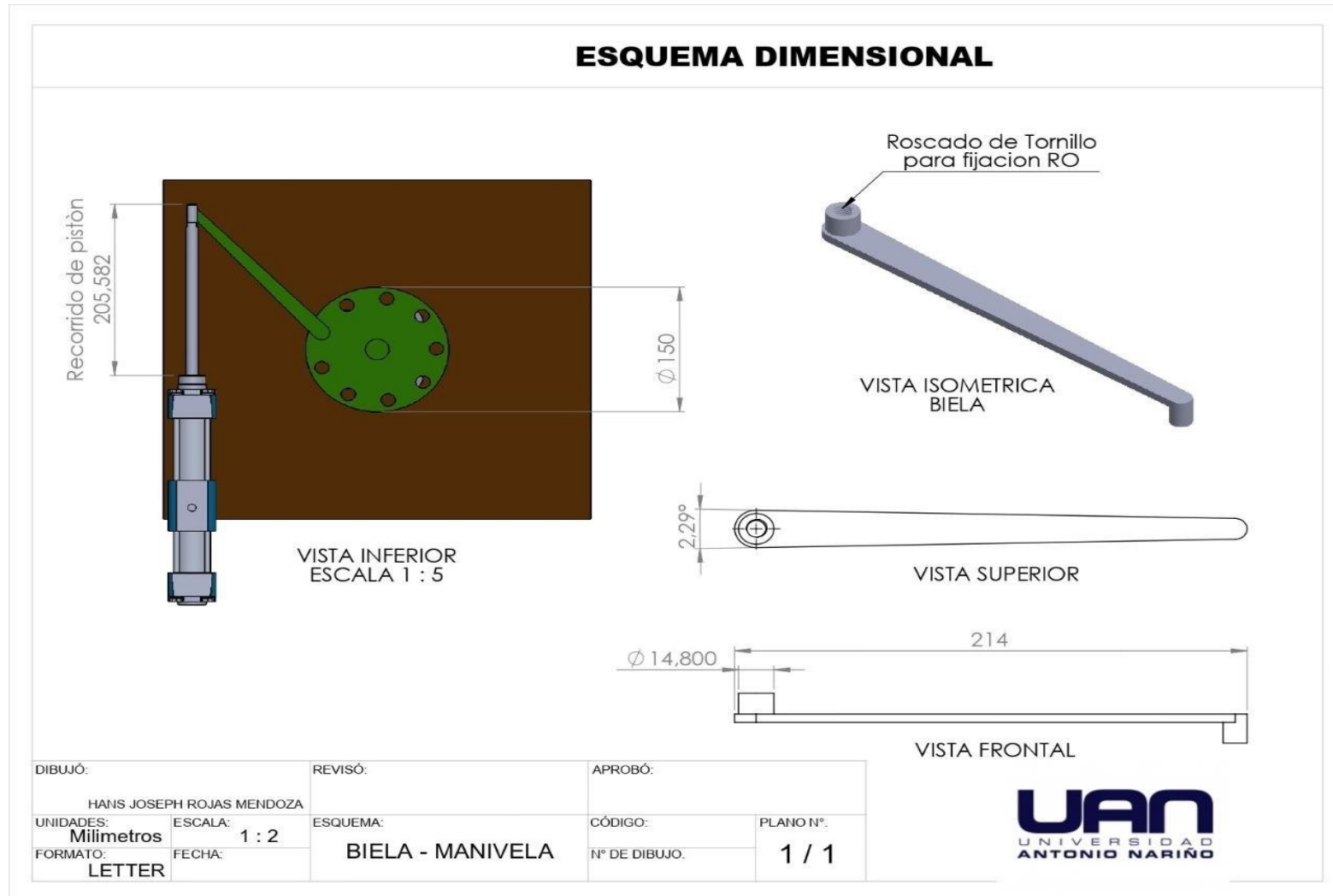
(Fuente: Autor)

Anexo 3. Base



(Fuente: Autor)

Anexo 4. Sistema biela manivela



(Fuente: Autor)

Bibliografía

- Alfonso. (2018). *Neumatica - electroneumatica*. Bogota: CASYBER .
- Amato, p. (2015). Construcción de un banco para prácticas electroneumáticas.
- Amidata. (2019). *RS*. Obtenido de <https://es.rs-online.com/web/c/neumatica-hidraulica-y-transmision-de-potencia/mangueras-de-aire-comprimido-y-tubos-para-neumatica/manguera-de-aire-comprimido/>
- Andes, I. (2020). *Industriales andes*. Obtenido de https://industrialesandes.co/inicio/246-tn32x150-cilindro-neumatico-doble-eje.html?gmc_currency=1&gclid=CjwKCAjwwMn1BRAUEiwAZ_jnEIV3B-OICUmeuSmyM2h6rre2owN5fe7523z-cj9yIH2hu658U68S7hoCCwcQAvD_BwE
- Andrade, A. Q. (2014). Diseño e implementación de un banco de pruebas electro neumático, para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de la universidad politécnica salesiana.
- Andrade, A. y. (24 de Octubre de 2018). . *Diseño e implementación de un banco de pruebas electro neumático, para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de la universidad politécnica salesiana*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7380/1/UPS-GT000763.pdf>.
- BENÍTEZ, C. y. (2007). Construcción de un banco para practicas electroneumaticas.
- Chung-Hwei, C.-C. (2014). The Assessment of Fire Suppression Capability for the Ammonium Dihydrogen Phosphate Dry Powder of Commercial Fire Extinguishers. *ELSERVIER*, 485-490.
- compresor, M. (2018). *Mundo compresor*. Obtenido de <https://www.mundocompresor.com/diccionario-tecnico/compresor>
- David Miller, L. R. (2015). Reliability study of an emerging fire suppression system. *ELSERVIER*, 10-18.
- Dingli Liu, Z. X. (2020). Regional evaluation of fire apparatus requirements for petrol stations based on travel times. *ELSERVIER*, 350-363.
- Dingli Liu, Z. X. (2020). Regional evaluation of fire apparatus requirements for petrol stations based on travel times. *ELSERVIER*, 350-363.

EHU. (2016). *EHU*. Obtenido de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/plc.htm>

electricas, H. (2017). *Herramientas electricas*. Obtenido de <http://herramientaselectricas.weebly.com/cortafrio.html>

esacademic. (2010). *esacademic*. Obtenido de <https://esacademic.com/dic.nsf/eswiki/889323>

Filippo Giammaria Patrico, A. M. (2010). Potential of fire extinguisher powder as a filler in bituminous mixes. *ELSEVIER*, 605-613.

G.J Butterworth, P. D. (2012). Electrostatic effects with portable CO2 fire extinguishers. *ELSERVIER*, 43-55.

HARING, M. y. (2005). Neumatica nivel basica.

Hernanadez, J. y. (2010). Diseño e implementación de módulo electro neumático. *Manifiesta*.

Hernandez, P. y. (2015). Construcción de un banco .

Hernández, R. F. (2016). Metodología de la investigación. *McGrawHill*.

Howard K. Mell, M. R. (2008). Public Access Defibrillators and Fire Extinguishers: Are Comparisons Reasonable? *ELSEVIER*, 204-212.

INDUSTRIAS, R. (s.f.). *ROME INSDUSTRIAS*. Obtenido de <https://www.romecoindustrial.com/2018/11/13/cilindro-neumatico-piston-neumatico/>

ingemecanica. (2015). *ingemecanica*. Obtenido de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn110.html>

ISOTools. (2019). *ISOTools*. Obtenido de <https://www.isotools.org/normas/calidad/iso-9001>

Jaymes, J. (2015). Ingeniería mecatrónica en el diseño de maquinaria bajo un enfoque integral. *Universidad Nacional tecnológica.*, 30.

Jia-ming jin, F.-I. A. (2017). Simulation on Release Characteristics of the Gas Extinguishing Agent in Fire Extinguisher Vessel with Different Filling Conditions Based on AMESim. *ELSERVIER*.

Logo, S. (16 de Septiembre de 2014). *Siemens Logo*. Obtenido de <http://siemenslogo.com/que-es-un-siemens-logo/>

- Lopez. (2009). ANÁLISIS DE PRUEBAS DE PRESIÓN (MINI-FALLOFF TEST) DURANTE OPERACIONES DE FRACTURAMIENTO HIDRÁULICO. *El Reventón Energético*.
- Mattarollo, Y. (28 de Marzo de 2018). *altec S.A.* Obtenido de <https://www.altecdust.com/blog/item/32-como-funcionan-las-electrovalvulas-o-valvulas-solenoides-de-uso-general>
- Mavares, F. &. (2017). Revestidor en flujo de gas/agua presurizado superficial no esperado en un campo de desarrollo Costa afuera. *Universidad Industrial de Santander, Colombia.*, 2.
- Michael E, R. R. (2016). Verification study of an emerging fire suppression system. *ELSEVIER*, 26-32.
- novelec, G. (21 de Septiembre de 2018). *Grupo novelec*. Obtenido de <https://blog.gruponovelec.com/electricidad/finales-de-carrera-que-son-y-caracteristicas-principales/>
- NSK. (2019). *NSK*. Obtenido de <https://www.nskeurope.es/es/products/what-s-a-bearing.html>
- Octalsteel. (2015). Obtenido de <https://www.octalsteel.com/api-5l-pipe-specification>
- PNEUTRAINER. (2016). La solución integral para la formación en neumática y electroneumática. *PNEUTRAINER*, 46-73.
- S. Kopylov, N. S. (2015). Fire extinguishers for manned spacecraft. *ELSEVIER*, 225-230.
- Villacres Edison, c. M. (2017). Sistema de medios de enseñanza tecnológicos de neumática y automatización para ingenieros. *Revista Industrial Data*.
- Zhigang Liu, A. K. (2007). A study of portable water mist fire extinguishers used for extinguishment of multiple fire types. *ELSEVIER*, 25-42.

