



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO DE UNA UNIDAD DE RESCATE
Y SALVAMENTO PARA EL ÁREA DE
SALUD, SEGURIDAD Y AMBIENTE DE
EMPRESAS POLAR, C.A.**

Urb. Yuma II, Calle N° 3, Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (Master) - Fax: (0241) 871239



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**DISEÑO DE UNA UNIDAD DE RESCATE Y SALVAMENTO PARA EL
ÁREA DE SALUD, SEGURIDAD Y
AMBIENTE DE EMPRESAS POLAR, C.A.**

**Empresa: Cervecería Polar, C.A, Planta Fabrimonca, Los Guayos, Estado
Carabobo.**

Autor:
García Raidi, Carlos Luis
C.I.: V-23.649.725

Tutor:
Pizzella P., Giovanni
C.I.: V – 4.455.859

San Diego, junio 2017



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**DISEÑO DE UNA UNIDAD DE RESCATE Y SALVAMENTO PARA
EL ÁREA DE SALUD, SEGURIDAD Y
AMBIENTE DE EMPRESAS POLAR, C.A.**

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN

Ing. Giovanni Pizzella P.
C.I.: V-4.455.859
Tutor Académico

Ing. Daniel Mujica
C.I.: V- 19.001.773
Tutor Empresarial



**CERVECERÍA POLAR, C.A.
PLANTA FABRIL MONCA
RIF: J-00005372-0**

Autor:

García Raidi, Carlos García
C.I.: V-23.649.72



San Diego, junio de 2017



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Giovanni Pizzella P. portador de la cédula de identidad N° 4.455.859, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Carlos Luis García Raidi portador de la cédula de identidad N° 23.649.725, titulado **DISEÑO DE UNA UNIDAD DE RESCATE Y SALVAMENTO PARA EL ÁREA DE SALUD, SEGURIDAD Y AMBIENTE DE EMPRESAS POLAR, C.A.** Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, mes de junio del año dos mil diecisiete.

Ing. Giovanni Pizzella P.
C.I.: V-4.455.859

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO		Pp
ÍNDICE DE TABLAS		ii
ÍNDICE DE GRÁFICA		ii
ÍNDICE DE FIGURAS		ix
RESUMEN		x
INTRODUCCIÓN		1
 CAPÍTULO		
I LA EMPRESA		
1.1 Ubicación.....		3
1.2 Descripción.....		3
1.3 Reseña Histórica.....		3
1.4 Misión.....		5
1.5 Visión.....		5
1.6 Razón de ser.....		5
1.7 Valores.....		6
1.8 Productos.....		7
II EL PROBLEMA		
2.1 Planteamiento del problema.....		8
2.2 Formulación del problema.....		9
2.3 Objetivos de la investigación.....		9
2.3.1 Objetivo general.....		9
2.3.2 Objetivos específicos.....		9
2.4 Justificación.....		10
2.5 Alcance.....		10
2.6 Limitaciones del estudio		10
III MARCO REFERENCIAL CONCEPTUAL		
3.1 Antecedentes.....		11
3.2 Bases teóricas.....		12
3.2.1 Unidad de rescate.....		12
3.2.2 Aluminio.....		13
3.2.2.1 Aluminio 6061 T6.....		14
3.2.2.2 Aluminio 6063 T5.....		16
3.2.3 Factores de carga.....		18
3.2.3.1 Cargas Permanentes.....		18
3.2.3.2 Carga a transportar o Carga viva		18
3.2.3.3 Cargas de diseño		18
3.2.4 Fuerzas de tracción.....		19
3.2.4.1 Carga por efecto de la aceleración.....		19

3.2.4.2 Resistencia a la rodadura.....	20
3.2.5 Factores de diseño.....	20
3.2.5.1 Factor de seguridad.....	20
3.2.5.2 Esfuerzos.....	21
3.2.5.3 Remaches.....	27
3.2.5.4 Soldadura.....	28
3.2.5.5 Sistema de suspensión.....	29
3.2.6 Rodamientos.....	32
3.2.7 Evaluación Técnica – Económica.....	35
3.2.8 Plan de Mantenimiento.....	37
3.3 Definición de Términos Básicos.....	39
IV FASES METODOLÓGICAS	
4.1 Fases Metodológicas.....	41
V RESULTADOS	
5.1. Diagnóstico de las necesidades reales de la unidad de rescate y salvamento para Empresas Polar, C.A.....	44
5.1.1 Especificaciones de diseño.....	44
5.1.2 Equipamiento.....	45
5.2 Generación de propuestas para el diseño de la unidad de rescate y salvamento y seleccionar la mejor solución.....	46
5.2.1 Materiales.....	46
5.2.2 Chasis o bastidor.....	46
5.2.3 Dispositivo de tracción.....	48
5.2.4 Sistema de suspensión.....	48
5.2.5 Neumáticos.....	49
5.3 Planteamiento del diseño de la unidad de rescate y salvamento, para el área de salud, seguridad y ambiente de Empresas Polar, C.A.....	50
5.3.1 Diseño del chasis y estructura.....	50
5.3.1.1 Diseño del chasis.....	50
5.3.1.2 Diseño de la estructura.....	51
5.3.2 Determinación de las cargas de diseño.....	53
5.3.3 Cálculo de la fuerza de tiro.....	54
5.3.3.1 Efecto de la aceleración y frenado inmediato.....	54
5.3.3.2 Efecto de la resistencia al rodamiento.....	54
5.3.3.3 Fuerza de tiro máxima.....	55
5.3.4 Diseño de suspensión con ballestas.....	55
5.3.5 Diseño del eje.....	58
5.3.5.1 Puntas de ejes.....	61
5.3.5.2 Selección de rodamiento.....	61

5.3.6 Diseño de las soldaduras de la unidad de rescate.....	62
5.3.6.1 Análisis de soldadura en el chasis.....	63
5.3.6.2 Análisis de soldadura en el eje.....	66
5.3.7 Selección de remaches.....	67
5.3.8 Selección de enganche.....	68
5.3.9 Selección de las puertas del remolque.....	69
5.3.10 Sistema eléctrico.....	69
5.3.11 Elemento de apoyo al desmontar el remolque del vehículo.....	70
5.3.12 Implemento de seguridad.....	70
5.4 Realización de un estudio de factibilidad técnico económico del proyecto.....	71
5.4.1 Factibilidad técnica.....	71
5.4.2 Factibilidad económica.....	72
5.5 Presentar manual de operaciones y mantenimiento para la unidad de rescate y salvamento.....	73
5.5.1 Manual de operaciones.....	73
5.5.1.1 Operación de enganche.....	74
5.5.1.2 Conducción.....	74
5.5.2 Plan de mantenimiento.....	76
CONCLUSIONES.....	78
RECOMENDACIONES.....	80
BLIBLIOGRAFÍA.....	81
APÉNDICE	
APÉNDICE A Dimensiones principales de la unidad de rescate y salvamento.....	84
APÉNDICE B Cálculo del peso propio de la unidad de rescate... ..	85
APÉNDICE C Unidad de rescate y salvamento.....	86
APÉNDICE D Unidad de rescate y salvamento vista lateral.....	86
APÉNDICE E Unidad de rescate y salvamento parte de atrás.....	87
APÉNDICE F Unidad de rescate y salvamento sin estructura.....	87
APÉNDICE G Resultado de Von Mises en simulación del chasis.....	88
APÉNDICE H Resultado de desplazamiento en simulación del chasis.....	88
APÉNDICE I Resultado de coeficiente de seguridad en simulación del chasis.....	89
APÉNDICE J Resultado de Von Mises en simulación del eje.....	89
APÉNDICE K Resultado de desplazamiento en simulación del eje.....	90

APÉNDICE L Resultado de coeficiente de seguridad en simulación del eje.....	90
APÉNDICE M Inversión costo de fabricación.....	91
APÉNDICE N Inversión costo de equipamiento.....	92

ANEXOS

ANEXO A Perfil tubo cuadrados.....	94
ANEXO B Perfil de ángulos de lados iguales.....	95
ANEXO C Perfil tubos rectangulares.....	96
ANEXO D Constantes para el cálculo de la resistencia a la rodadura.....	97
ANEXO E Características del neumático	97
ANEXO F Propiedades mecánicas de algunos aceros al carbono...	98
ANEXO G Factores de superficie para diversos acabados en acero	98
ANEXO H Rodamientos tipo bola SKF	99
ANEXO I Remaches de aluminio.....	100
ANEXO J Barras redonda.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Pp
1	Composición Química del aluminio 6061 T6.....	15
2	Propiedades mecánicas del aluminio 6061 T6.....	15
3	Propiedades Físicas del aluminio 6061 T6.....	16
4	Composición Química del aluminio 6063 T5.....	17
5	Propiedades Mecánicas del aluminio 6063 T5.....	17
6	Propiedades Físicas del aluminio 6063 T5.....	18
7	Factores de seguridad.....	22
8	Requerimientos de la unidad.....	45
9	Dimensiones y peso teóricos para placas de aluminio.....	52
10	Características de la ballesta.....	58
11	Recomendaciones generales para soldadura TIG.....	63
12	Resistencia del remache.....	67
13	Enganches rectos.....	69
14	Lista de comprobación antes de salir.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfica		Pp.
1	Costo de inversión vs alquiler.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pp
1	Ubicación de Cervecería Polar, C.A., Planta Fabrimonca.....	3
2	Láminas de aluminio 6061 T6.....	14
3	Láminas de aluminio 6063 T5.....	16
4	Paralelepípedo sometido a un momento flector puro.....	23
5	Elementos de Máquina de igual sección transversal, e idénticos sistemas de carga; difieren en cuanto a las correspondientes longitudes.....	24
6	Representación de un elemento de máquina largo, con extremo empotrados sometido a una carga axial F de compresión.....	26
7	Obtención de un resorte de hojas, o ballesta, para cargas en sus extremos y en su centro.....	31
8	Ensamble de un resorte de hojas, con láminas (flejes) de espesor h y ancho bh.....	32
9	Tipos de rodamientos.....	33
10	Estructura que conforma el estudio económico.....	36
11	Chasis simple sin travesaño.....	47
12	Chasis con travesaño.....	47
13	Chasis de forma de “I”.....	47
14	Tiro triangular con barra central.....	48
15	Sistema con ballestas	49
16	Eagle Excellence.....	49
17	Chasis.....	50
18	Estructura de la unidad de rescate.....	51
19	Láminas de Aluminio 6061.....	52
20	Dimensiones de la ballesta diseñada.....	57
21	Especificaciones de ballesta.....	58
22	Medida del eje.....	59
23	Masas de 5 remaches.....	61
24	Rodamiento tipo bola N° 6407... ..	62
25	Travesaño soldado a los largueros.....	63
26	Viga de sección cuadrada unido por soldadura.	64
27	Forma de unión de la soldadura.	65
28	Eje principal soldado a la punta de eje.....	66
29	Dimensiones del remache.....	67
30	Plano donde se encuentran los remaches.....	68
31	Enganche recto.....	68
32	Soporte dispuesto en el remolque.....	70
33	Cadena de seguridad.	71

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**DISEÑO DE UNA UNIDAD DE RESCATE Y SALVAMENTO PARA EL
ÁREA DE SALUD, SEGURIDAD Y
AMBIENTE DE EMPRESAS POLAR, C.A.**

Autor: García Raidi, Carlos Luis

Tutor: Ing Giovanni Pizzella P.

Fecha: Junio, 2017

RESUMEN

El presente informe se enfocó en el diseño de una unidad de rescate y salvamento para el área de salud, seguridad y ambiente de Empresas Polar, C.A., con la finalidad de brindar a sus trabajadores seguridad y atención inmediata a la hora que se presente alguna emergencia, tanto adentro como afuera de las plantas. En este proyecto se desarrolló una propuesta de diseño para una unidad de rescate, sustentando mediante cálculos y estudios, su factibilidad técnico - económica, y así se verá beneficiado Empresas Polar, C.A., debido a que va a poseer una unidad de rescate y salvamento propia con el cual podrá a ayudar a sus trabajadores en todo momento, bien sea en horas laborables como no laborables.

Descriptores: Diseño, Investigación, unidad, rescate, salvamento, factibilidad técnico-económico.

INTRODUCCIÓN

Empresas Polar C.A es la empresa líder en alimentos y bebidas en todo el país y es de gran importancia para la economía en Venezuela, ya que abastece a más del 50% del mercado a nivel nacional. Para que esto se logre Empresa Polar C.A, se divide en tres grandes empresas que son Alimentos Polar C.A, Cervecería Polar C.A y Pepsi-Cola Venezuela, C.A, que cuentan con más de treinta mil empleados directo que trabajan con pasión y dedicación para mantener al máximo la producción.

Lo primordial para Empresas Polar C.A es el bienestar y seguridad de sus empleados, tanto dentro como fuera de la empresa bien sea en horas laborables como no laborables y para esto deben contar con una unidad propia de rescate y salvamento. Hoy en día Empresas Polar, C.A no cuentan con una unidad de rescate y salvamento propia, la cual se pueda utilizar fuera de la planta cuando se requiera. Lo que hoy en día disponen son ambulancias, y en alguna que otras plantas, un camión de bombero. Pero el alquiler de estas unidades de rescate y salvamento demanda mucho dinero y solo se pueden utilizar dentro de las instalaciones de la empresa debido a que no son propias.

Es por esto, que durante el período de pasantías en Cervecería Polar C.A, Planta Fabrimonca el departamento de Salud, Seguridad y Ambiente me asignó el diseño de la primera Unidad de Rescate y Salvamento para Empresas Polar C.A. Este informe está conformado por cinco capítulos, además de información complementaria para el desarrollo del mismo. En el primer capítulo se desarrolló una descripción de la empresa donde se identificó, su ubicación geográfica, su misión, visión, razón de ser, los productos que elabora, entre otros aspectos. El segundo capítulo trata sobre el planteamiento de la situación problemática, el cual explica la prioridad que tiene la empresa hacia sus trabajadores, también la función principal de la unidad de rescate y la aplicación de un manual de operaciones y mantenimiento, además se menciona el

objetivo general y los objetivos específicos, la justificación, las limitaciones y el alcance del estudio.

A su vez, el tercer capítulo contiene las bases teóricas en las que se fundamenta este trabajo de pasantía, desarrollando algunos aspectos de lo aprendido en la materia Elementos de Máquinas, vista en el plan de estudio de la carrera de ingeniería mecánica en la Universidad José Antonio Páez.

Así mismo, en el cuarto capítulo explica la metodología a seguir para el cumplimiento de todos los objetivos de la investigación a realizar. Y en el capítulo cinco se muestra los resultados que se obtuvo en el desarrollo del proyecto. Los capítulos mencionados anteriormente, conllevan al desarrollo de las conclusiones y recomendaciones a seguir para garantizar el buen funcionamiento de la unidad de rescate y salvamento.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1. Ubicación

Cervecería Polar C.A., Planta Fabrimonca está ubicada en (ver Figura 1)



Figura 1. Ubicación de Cervecería Polar C.A., Planta Fabrimonca.
Fuente: Google Maps, (2016)

1.2. Descripción

Cervecería Polar C.A. ofrece productos de altísima calidad en el sector de bebidas a base de cebada malteada (Cerveza y Malta) y uvas fermentadas (Vinos y sus derivados). Cuenta con un portafolio de marcas reconocidas en cada uno de los segmentos que atiende, alcanzando así una clara preferencia en el mercado venezolano.

1.3. Reseña histórica

Justo al estallar la Segunda Guerra Mundial, Mendoza Fleury tuvo la idea de establecer una compañía cervecera. El proyecto implicaba grandes riesgos, pero comenzó a hacerse realidad cuando el barco que transportaba desde Europa la primera paila de cocimiento logró cruzar el océano para llegar finalmente a Venezuela, en la Navidad de 1939.

Poco más de un año después, el 14 de marzo de 1941, se iniciaba la historia de Cervecería Polar C. A., con capital totalmente venezolano, en la pequeña planta de Antímano, al oeste de Caracas.

La iniciativa daba sus primeros y tímidos pasos hasta que, luego de una serie de coincidencias y gracias a un anuncio de solicitud de personal publicado en la prensa caraqueña, el 1 de enero de 1943, ingresó a la empresa Carlos Roubicek, un joven checoslovaco de origen judío, quien había emigrado a Ecuador tras la ocupación militar de su país por Adolfo Hitler. Este maestro cervecero consiguió así, a los 26 años de edad, más que un trabajo, un proyecto de vida.

Cuatro meses después de su ingreso, Roubicek planteó a la Junta Directiva la necesidad de cambiar la fórmula del producto, pues detectó que el consumidor deseaba una cerveza más refrescante. Así logró reformular la cerveza Polar, adaptándola al gusto del consumidor, imprimiéndole un cuerpo y sabor inigualables. Esto la llevó rápidamente a ocupar el primer lugar en la preferencia de los venezolanos.

Desde los mismos inicios de Cervecería Polar, cuando apenas producía unos 30 mil litros mensuales y contaba con 50 trabajadores, hubo que enfrentar la competencia agresiva de unas 14 marcas, para lo cual se emplearon dos elementos clave: un producto de extraordinaria calidad y un equipo de ventas con ímpetu y garra suficientes para sortear las pruebas que el mercado de entonces imponía.

Fue así como, a finales de los años cuarenta, Cervecería Polar ya contaba con notables hombres de producción y de ventas, para quienes eran sagrados los principios de excelencia, compañerismo y sentido de pertenencia.

Llega el año 1950 y arrancan las operaciones de una segunda planta cervecera, esta vez en el oriente del país; al año siguiente, se suma otra en Los Cortijos, complementando la producción ya insuficiente de la Planta de Antímano. Estos hitos fueron muestra de la actitud pujante de hombres como Mendoza Fleury y su hijo Juan Lorenzo, que apostaron por la prosperidad de Venezuela y de este negocio, en medio de escenarios políticos complejos.

En 1960 se sumaría otra planta cervecera en Maracaibo, para atender el occidente del país.

Primero fue el gran éxito de cerveza Polar y de malta Polar, bebida sin alcohol que apareció en 1951 y que luego se denominaría Maltín Polar.

Entre 1999 y 2002 hubo un cambio en el gusto del consumidor venezolano que hizo que la cerveza Polar fuera desplazada del primer lugar de consumo por las cervezas de tipo ligera o light, desde 2003 Polar Ice reemplaza ese lugar de preferencia.

1.4. Misión

Satisfacer las necesidades de consumidores, clientes, compañías vendedoras, concesionarios, distribuidores, accionistas, trabajadores y suplidores, a través de sus productos y de la gestión de sus negocios, garantizando los más altos estándares de calidad, eficiencia y competitividad, con la mejor relación precio/valor, alta rentabilidad y crecimiento sostenido, contribuyendo con el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y el desarrollo del país.

1.5. Visión

Ser una corporación líder en alimentos y bebidas, tanto en Venezuela como en los mercados de América Latina, donde participa mediante adquisiciones y alianzas estratégicas que aseguren la generación de valor para sus accionistas. Estar orientados al mercado con una presencia predominante en el punto de venta y un completo portafolio de productos y marcas de reconocida calidad. Proveer la generación y difusión del conocimiento en las áreas comercial, tecnológico y gerencial. Seleccionar perfiles requeridos, lograr su pleno compromiso con los valores de Empresas Polar y ofrecer las mejores oportunidades de desarrollo.

1.6. Razón de ser

Es el fin que da sentido a la labor y orienta la empresa hacia el futuro que se desea. En Empresas Polar el sentido del trabajo es contribuir a la calidad de la vida cotidiana de los venezolanos y sus familias, por medio de una amplia y accesible oferta de excelentes marcas de alimentos y bebidas, con la mejor relación precio-valor. Cada uno trabaja con pasión aportando al bien de las personas, de las comunidades y del país. El

trabajo está al servicio del bien individual y común, en la medida en que cumple con los diferentes grupos relacionados y participa solidariamente con los sectores más vulnerables de la población.

1.7. Valores de la empresa

- **Integridad:** Implica ser fiel a las propias convicciones. Es "hacer lo correcto", entendido como actuar con honestidad, rectitud, respeto y responsabilidad, cumpliendo con nuestros deberes y obligaciones, conforme a nuestra Razón de ser, Principios y Valores.
- **Excelencia:** implica dedicación, esfuerzo y cuidado por la obra bien hecha. Lograr un nivel superior de calidad y seguridad en procesos, productos y servicios, en busca de proveer la mejor contribución para el beneficiario.
- **Alegría:** energía positiva que ponemos en todo lo que hacemos, con las personas con quienes interactuamos, y celebramos nuestros logros. Es el gozo constante y contagioso del bien. Alegría que se ofrece y se comparte con nuestros productos.
- **Pasión por el bien:** amor, entusiasmo y esmero con el que trabajamos para cumplir con nuestra gente. Es buscar el bien del otro, compartir y entregarse sin limitar los esfuerzos; siempre y cuando no lesionen a las otras personas, ni a quién lo realiza.
- **Flexibilidad:** Actuamos oportunamente ante los cambios del entorno, siempre guiados por nuestra visión, misión, y valores.
- **Trabajo en Equipo:** Fomentaremos la integración de equipos con el propósito de alcanzar metas comunes.
- **Orientación al mercado:** Satisfacer las necesidades de nuestros consumidores y clientes de manera consistente.
- **Innovación:** Tenemos una actitud proactiva ante la generación de nuevas tecnologías y nuevos productos.

- Oportunidades de empleo sin distinción: Proveemos de empleo en igualdad de condiciones.
- Relaciones de mutuo beneficio con las partes interesadas: Buscamos el beneficio común en nuestras relaciones con las partes interesadas del negocio.

1.8. Productos

Cervecería Polar ofrece productos de altísima calidad en el sector de bebidas a base de cebada malteada (Cerveza y Malta) y uvas fermentadas (Vinos y sus derivados). Cuenta con un portafolio de marcas reconocidas en cada uno de los segmentos que atiende, alcanzando así una clara preferencia en el mercado venezolano. Esos productos mencionados son:

- Cerveza Polar Ice.
- Cerveza Polar (Pilsen).
- Cerveza Polar Light.
- Cerveza Solera.
- Cerveza Solera Light.
- Maltín Polar (bebida no alcohólica).
- Malta Polar Light (bebida no alcohólica).
- Sangría Caroreña.
- Vinos Pomar Demi Sec.

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

Este capítulo está enfocado en explicar de manera detallada la situación de Empresas Polar C.A., por la carencia de una unidad de rescate y salvamento.

2.1. Planteamiento del problema

Empresas Polar C.A., es el principal motor del país en la industria de alimentos y bebidas el cual consta con una amplia gama de productos de altísima calidad, contribuyendo así con el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y el desarrollo del país. Para lograr tener tantos productos líderes en el mercado Empresas Polar C.A. se divide en tres empresas, está Alimentos, Polar C.A., Cervecería, Polar C.A. y Pepsi-Cola Venezuela, C.A. Teniendo así más de treinta mil (30.000) empleados directos y ciento treinta mil (130.000) indirectos.

Como punto primordial de interés, siendo parte de su cultura organizacional, Empresas Polar C.A. enfoca muchos de sus recursos y trabajo a mantener la salud, seguridad y ambiente de sus trabajadores, empresa y comunidad. Como parte de esta filosofía, es de gran importancia para Empresas Polar, C.A. brindarle a cada uno de sus trabajadores atención inmediata a la hora de algún acontecimiento tanto adentro como afuera de la empresa, y así brindarle un ambiente más seguro.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, Empresas Polar, C.A. decidió tercerizar el servicio atención médica inmediata para sus trabajadores, alquilando una ambulancia ajena que preste sus servicios a los miembros de la planta. Este servicio, se presta única y exclusivamente dentro de las instalaciones de la empresa y no puede ser utilizado fuera de las áreas de las mismas, lo que no logra cubrir con las expectativas planteadas de brindar servicio a los trabajadores dentro y fuera de la empresa. De igual manera, la ambulancia alquilada no está disponible en todas las plantas a nivel nacional, ya que no todas pueden costear lo que implica el alquiler mensual de la ambulancia ajena.

Si bien es cierto, Empresas Polar, C.A. no escapa de la crisis económica que atraviesa el país, por lo cual se encuentra en una situación donde deben reducir sus costos al mínimo para poder seguir trabajando y produciendo bienes al país.

Es por esto, que el alquiler de la ambulancia para prestar servicio médico a los trabajadores, se convirtió en un gasto de gran importancia que afecta negativamente la productividad y eficiencia de los procesos de la empresa.

Observando la disyuntiva en la que se encuentra la empresa caso estudio, donde la situación de no poseer una unidad de rescate propia que también pueda ser usada afuera de la empresa y el alto costo que genera el alquiler de una ambulancia ajena que solo puede ser usada dentro de la empresa, constituye un problema de gran interés para Empresas Polar, C.A., debido a la magnitud y gravedad que esto presenta, ya que en el momento de algún inconveniente la empresa no tendrá como enfrentarlo de manera eficiente, y no podrá atender a su empleado rápido, pudiéndose agravar la situación, quebrantando así la cultura organizacional de la compañía.

2.2. Formulación del Problema

¿Cómo puede la empresa potenciar la unidad de rescate y salvaguardar la seguridad del trabajador dentro y fuera de la misma?

2.3. Objetivos de la investigación

2.3.1. Objetivo general

Diseñar una unidad de rescate y salvamento para el área de salud, seguridad y ambiente de Empresas Polar, C.A.

2.3.2. Objetivos específicos

1. Diagnóstico de las necesidades reales de la unidad.
2. Generar distintas propuestas para el diseño de la unidad de rescate y salvamento y seleccionar la más adecuada según el orden de prioridad de la empresa.
3. Efectuar el diseño de la propuesta seleccionada sustentándolo mediante cálculo y evidenciar los beneficios de su implementación.
4. Realización de un estudio de factibilidad técnico-económico del proyecto.
5. Presentar manual de operaciones y mantenimiento para la unidad diseñada.

2.4. Justificación

La realización del proyecto presentado es de gran importancia para Empresas Polar C.A., debido a que se realizó un diagnóstico para conocer las necesidades reales de la unidad de rescate que permitirá salvaguardar la integridad psico-física del trabajador tanto adentro como afuera de la empresa a la hora de algún acontecimiento.

Además, mediante un estudio de factibilidad técnico-económico se demostró el ahorro monetario que obtendrá la empresa implementando este proyecto, debido a que dejará de pagar que el alquiler le genera la ambulancia y solo costeará una inversión inicial para la construcción de la unidad de rescate y salvamento. Y podrá la empresa equipar con la unidad de rescate y salvamento a las plantas que no disponen de ninguna unidad de rescate.

2.5. Alcance

El propósito de este proyecto es diseñar una unidad de rescate y salvamento para el área de salud, seguridad y ambiente de Empresas Polar C.A., para cada una de sus plantas ubicadas tanto en Venezuela como en el exterior.

2.6. Limitaciones del estudio

El desarrollo completo y exitoso del proyecto va a depender del cumplimiento de una serie de factores. Uno de ellos es el tiempo, ya que el plazo estipulado para el período de pasantías es de 12 semanas (3 meses), tiempo completo.

El material de la unidad de rescate tiene que ser Aluminio 6061-T6 o 6063-T5, ya que ésta es la materia prima de Cervecería Polar, C.A Planta Fabrimonca y del cual están contruidos sus camiones.

CAPÍTULO III

MARCO REFERENCIAL CONCEPTUAL

El marco teórico constituye un aspecto de mucha importancia de la investigación. En términos generales aquí se representa la explicación teórica para comprender la naturaleza del hecho investigado, o lo que es lo mismo, sustentar teóricamente el estudio. En este caso Diseño de una unidad de rescate y salvamento para el área de salud, seguridad y ambiente de Empresas Polar, C.A.

Con el fin de contar con la mayor información posible que pueda avalar la construcción del proyecto, se presentan a continuación una serie de investigaciones realizadas por diversos autores quienes aportan sus conocimientos y logros en pro de que futuros trabajos puedan sustentarse en base a ellos, constituyendo un valioso aporte para la realización de esta investigación. Según Sabino Carlos (1.996), afirma que “el planteamiento de una investigación no puede realizarse si no se hace explícito aquello que nos proponemos a conocer, es siempre necesario distinguir entre lo que se sabe y lo que no se sabe con respecto a un tema para definir claramente el problema que se va a investigar”. (p 64).

3.1. Antecedentes de la Investigación

El principal antecedente bibliográfico se encuentra la investigación realizada por Jorge Luis López y Mauricio Morillo (2009), egresados de la Escuela Politécnica Nacional, en Quito - Ecuador, los cuales realizaron una investigación titulada, **Diseño y construcción de un remolque con capacidad para dos motocicletas**. Esta investigación se basó en el estudio en el diseño de un remolque, seleccionando las partes más adecuadas para el diseño del mismo, y calculando las cargas que estará sometida la estructura. Esta investigación es beneficiosa para el desarrollo del proyecto, debido a que el diseño realizado tiene mucha relación con el diseño de este proyecto, por el cual es una herramienta de gran utilidad.

Por otro lado, se encuentra la investigación realizada por Jaime Roberto Cardona, egresado de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil – Ecuador, con la investigación titulada **Diseño y construcción de un remolque de doble eje con articulación delantera**, el cual desarrolla el diseño de un remolque y analiza la resistencia del material y estructura.

También se encuentra el proyecto realizado por Gonzalo Estaban Robledo Torres (2006), egresado de la Universidad Austral de Chile, realizó una investigación titulada **Diseño de semirremolque agrícola, para el transporte de cosechadoras**. El cual selecciona los ejes, neumáticos, y realiza los cálculos pertinentes para la selección del sistema de suspensión por ballestas.

Por último, Centeno, Roberto y Mejías, Laureb Lorena (2009), egresados de la Universidad de Oriente, realizaron una investigación titulada **Estudio Técnico – Económico para el diseño de una instalación Industrial destinada a la fabricación y ensamble de fijadores tutoriales externos de usos médicos – traumatológico en la zona norte del estado Anzoátegui**. El cual desarrolla el estudio de especificaciones técnicas, donde se estableció la localización y distribución en planta, el tipo de tecnología, procesos y lo correspondiente a la ingeniería de detalle donde se elaboraron los presupuestos de obra civil para la infraestructura física de la planta a partir de la realización de los diferentes planos que muestran los detalles, necesarios para las operaciones y funcionamiento de la empresa, posteriormente el Estudio Económico, donde se determinaron los recursos económicos necesarios para la puesta en marcha del proyecto y se presentó un análisis final de la rentabilidad del proyecto, determinando si la inversión propuesta es económicamente lucrativa bajo las condiciones y el tiempo establecido.

3.2. Bases Teóricas

3.2.1. Unidad de rescate.

Una unidad de rescate tiene la misión de proteger la vida, bienes y propiedad de los ciudadanos, transportando los utensilios necesarios para actuar en una emergencia. Suele llevar diversas herramientas y equipamientos para proteger tanto al socorrista

como a la persona en emergencia como: picos, pala, hacha, barra hooligan, motosierras, casco, guantes, arnés cinturón de sujeción de cadera, cuerdas, camillas, collares cervicales, tablillas, tanques de oxígeno, trajes de inmersión, equipos de respiración, etc.

Por razones de seguridad todo el personal de rescate debe contar con cierta formación médica para realizar cualquier operación de rescate, y en lo posible realizarlo junto a personal médico calificado como paramédicos.

3.2.2. Aluminio

El aluminio es el metal no ferroso de mayor consumo en el mundo, lo que prueba el significado que tiene para la industria moderna. Su uso se debe a sus múltiples características, siendo las más importantes las siguientes:

- Es el metal más abundante sobre la corteza terrestre.
- Su peso específico es de 2.71 gramos por centímetro cúbico, o sea tres veces más liviano que el acero, el cobre o el zinc, y cuatro veces más liviano que el plomo.
- Su alta conductividad eléctrica lo hace rival número uno del cobre, y siendo el aluminio tres veces más liviano, lo que hace doblemente más económico.
- No se corroe, es reflectivo y buen conductor térmico, no es magnético, ni tóxico al organismo humano, se puede fundir, inyectar, maquinar, laminar, forjar, extruir, y soldar, además de ser 100% reciclable.
- Es usado en muchas industrias tales como: las de transporte, refrigeración, eléctrica, envases, electrónica y se encuentra su mayor uso en la industria de la construcción, debido a su alta resistencia mecánica.
- Posee una excelente resistencia a los agentes atmosféricos debido a la protección proporcionada por la delgada película de óxido de aluminio que lo recubre

3.2.2.1. Aluminio 6061 T6

El Aluminio 6061 T6, como su nombre lo indica es una aleación de aluminio con manganeso y silicio tratado térmicamente por solución y envejecido artificialmente. Es dúctil y ligera, con gran resistencia y excelentes características de acabado, el aluminio 6061-T6 es ideal para la elaboración de piezas maquinadas con calidad de excelencia y para trabajos que requieran buen acabado superficial.

Posee excelente resistencia a la corrosión y acabado además de facilidad de soldadura y una resistencia parecida a la del acero. Esta es una aleación de propósito general muy popular con buena facilidad de maquinado a pesar de su tratamiento de envejecimiento artificial (T6).



Figura 2. Láminas de aluminio 6061 T6.
Fuente: Cervecería Polar, C.A. Planta Fabrimonca (2.016).

Ventajas:

Adicionalmente a sus características naturales (excelente conductividad, ligereza, nula toxicidad y que no produce chispa), el aluminio 6061-T6 ofrece las siguientes ventajas:

- Resistencia superior a la de las aleaciones 6063

- Elaborado mediante tratamiento térmicos
- Envejecido artificialmente
- Óptima conformación con el frío
- Excelentes características para soldadura fuerte y al arco.

Beneficios:

- Excelente resistencia a la corrosión
- Gran resistencia a la tensión
- Excelente maquinabilidad.

Tabla 1. Composición Química.

%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Otros elementos		Al
									Otros	Total	
Mín.	0,40		0,15		0,80	0,04					
Máx.	0,80	0,70	0,40	0,15	1,20	0,35	0,25	0,15	0,05	0,15	El resto

Fuente: Propiedades del aluminio en aleación 6061- Alacer Mas (2.016).

Tabla 2. Propiedades Mecánicas (a temperatura ambiente de 20°C).

Estado	Resistencia máxima a tracción (MPa)	Límite elástico (MPa)	Alargamiento A 5,65%	Límite a la Fatiga (MPa)	Resistencia a la cizalladura	Módulo de Young (GPa)	Dureza Brinell (HB)
T6	310	276	14	190	190	68.9	95

Fuente: Propiedades del aluminio en aleación 6061- Alacer Mas (2.016).

Tabla 3. Propiedades Físicas (a temperatura ambiente de 20°C).

Módulo elástico (MPa)	Peso específico (g/cm ³)	Intervalo de fusión (°C)	Coefficiente de dilatación lineal (1/10 ⁶ K)	Conductividad térmica (W/m K)	Resistividad eléctrica a 20 °C -
-----------------------	--------------------------------------	--------------------------	---	-------------------------------	----------------------------------

Ventajas:

- Posee buenas propiedades mecánicas.
- Es tratable por calor y soldable.
- Es más económico que el aluminio 6061 T6.
- Permite formas complejas que se forman con superficies muy lisas aptos para el anodizado.

Tabla 4. Composición Química.

%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Otros elementos	Al
Mín.	0,30	0,10			0,40					
Máx.	0,60	0,30	0,10	0,30	0,60	0,05	0,15	0,20	0,15	El resto

Fuente: Propiedades del aluminio en aleación 6063- Alacer Mas (2.016).

Tabla 5. Propiedades Mecánicas.

Estado	Resistencia máxima a tracción (MPa)	Límite elástico (MPa)	Alargamiento A 5,65%	Límite a la Fatiga (MPa)	Resistencia a la cizalladura	Módulo de Young (GPa)	Dureza Brinell (HB)
T5	215	175	14	150	135		60

Fuente: Propiedades del aluminio en aleación 6063- Alacer Mas (2.016).

Tabla 6. Propiedades Físicas (a temperatura ambiente de 20°C).

Módulo elástico (MPa)	Peso específico (g/cm ³)	Intervalo de fusión (°C)	Coefficiente de dilatación lineal (1/10 ⁶ K)	Conductividad térmica (W/m K)	Resistividad eléctrica a 20 °C - cm	Conductividad eléctrica %IACS	Potencial de disolución (V)
69,500	2,70	615-655	23,3	209	3,1	55,5	-0,80

Fuente: Propiedades del aluminio en aleación 6063- Alacer Mas (2.016).

3.2.3. Factores de carga.

3.2.3.1. Cargas Permanentes (Pe).

También conocida como carga muerta, es la carga vertical aplicada sobre el chasis que incluye el peso del mismo chasis más la de los elementos permanentes. Se puede determinar con la siguiente ecuación:

(1)

3.2.3.2. Carga a transportar o Carga viva (Ca).

La carga máxima que puede llevarse en el remolque constituye la carga primordial para el diseño estructural del chasis y todos sus elementos mecánicos.

La carga máxima que puede llevarse en el remolque.

3.2.3.3. Cargas de diseño (Ct).

Constituye la carga con la que se efectúa el diseño estructural, es decir es la carga total que soporta la unidad de rescate y salvamento.

(2)

Dónde:

C_m = Carga muerta.

C_a = Carga de transporte.

N = Factor de seguridad.

3.2.4. Fuerza de Tracción o Tiro (F_t).

Esta es la fuerza máxima desarrolla por el vehículo motriz que permite el movimiento del remolque.

La fórmula desarrollada a continuación toma en cuenta la resistencia a la rodadura y la componente de carga muerta que afecta a la fuerza de tiro por parte del vehículo móvil que tira de la unidad de rescate.

(3)

Dónde:

C_t = carga de diseño.

R_c = Resistencia a la rodadura.

3.2.4.1. Carga por efecto de la aceleración.

Es la fuerza necesaria que permite al remolque romper su inercia para iniciar el movimiento. Este movimiento está estrechamente relacionado con la dinámica de las ruedas y del tipo de vía por la que transita el remolque.

(4)

Dónde:

F = Fuerza resultante que actúan sobre la unidad de rescate

m = Masa de la unidad de rescate

a = Aceleración resultante

Esta ecuación es vectorial ya que la dirección y sentido de la fuerza son los mismos que los de la aceleración.

3.2.4.2. Resistencia a la Rodadura (Rc).

Existen diferentes formas de analizar cada una de las posibilidades en que el neumático del remolque puede interactuar con el suelo. Para un análisis aproximado de ésta interacción se puede partir asumiendo que la rueda es rígida y el terreno es completamente liso.

$$\text{—————} \quad (5)$$

Dónde:

W = Carga vertical

c = Constante de resistencia del terreno (se selecciona en el anexo D, pag 97)

b = Ancho del neumático

D = diámetro del neumático

3.2.5. Factores de diseño.

La resistencia de un elemento en un sistema, es un asunto muy importante para determinar la configuración geométrica y las dimensiones de dicho elemento. Se dice que la resistencia es un factor importante de diseño. Cuando se utiliza la expresión: consideración de diseño; se está refiriendo a una característica que influye en el diseño de un elemento, o en todo el sistema.

Algunos de los más importantes son los siguientes: Resistencia, confiabilidad, propiedades térmicas, corrosión, desgaste, fricción (o rozamiento), procesamiento, utilidad, costo, seguridad, peso, duración, ruido, estilización, forma, tamaño, flexibilidad, control, rigidez, acabado de superficies, lubricación, mantenimiento, volumen y responsabilidad legal.

La mayoría de estos factores se refieren directamente a las dimensiones, al material, al procesamiento o proceso de fabricación, o bien a la unión o ensamble de los elementos del sistema. Otros se relacionan con la configuración total del sistema.

3.2.5.1. Factor de seguridad.

El coeficiente de seguridad también conocido como factor de seguridad N, es un número que se utiliza en ingeniería para los cálculos de diseño de elementos o

componentes de maquinaria, estructuras o dispositivos en general, proporcionando un margen extra de prestaciones por encima de las mínimas estrictamente necesarias. (Budynas R. y Nisbett J. 2.008). Así, en los cálculos de resistencia mecánica, el factor de seguridad se aplica principalmente de dos maneras:

- (1) Multiplicando la dimensión del elemento resultante de los cálculos teóricos.
- (2) Dividiendo las propiedades favorables del material que determinan el diseño.

Es por ello que, en ambos casos, resulta en un dimensionamiento adicional del componente. Este sobredimensionamiento se justifica por variadas causas como, por ejemplo: previsiones de desgaste o corrosión, posibles errores o desviaciones en las propiedades previstas de los materiales que se manejan, diferencias entre las propiedades tabuladas y las obtenibles en la realidad, tolerancias de fabricación o montaje, tolerancias por incertidumbre en las sollicitaciones a que se someterá el elemento, la propia incertidumbre del método de cálculo, etc. Estos factores de seguridad por lo general provienen de la experiencia empírica o práctica, por lo cual están tabulados y contemplados en las normas o la literatura, o bien se aplican según la experiencia personal del diseñador. (Molina, Manuel 2.009).

En general para el mismo tipo de elemento dependerá del tipo de uso o servicio que se le piense dar. Por ejemplo, para una máquina de uso continuo se usará un factor de seguridad mayor que para una de uso esporádico.

Finalmente se puede decir que en resistencia de materiales se aplica un coeficiente de seguridad superior o inferior dependiendo del uso del componente. Así, en el cálculo de dimensionamiento de sección de un cable para tender la ropa se utilizará un coeficiente de seguridad inferior al utilizado para ese mismo cable cuando se estudia su empleo para sustentar un ascensor. En la tabla 7 se muestran los factores de seguridad dependiendo del tipo de elemento que se va a diseñar.

3.2.5.2. Esfuerzos.

Uno de los primeros problemas que enfrenta el ingeniero diseñador es tener la certeza de que la resistencia de la parte que se diseñe siempre sea mayor que el esfuerzo

atribuido a cualquier carga que se le pueda aplicar. Por lo tanto, se debe diseñar tomando en cuenta este elemento para lograr un dispositivo seguro y confiable.

(a) Esfuerzos Uniformemente Distribuidos.

Con frecuencia, en diseño se plantea la hipótesis de que hay una distribución uniforme de esfuerzo. Según (Budynas R. y Nisbett J. 2.008), el resultado obtenido con esa suposición se le llama tensión pura, compresión pura o cortante puro, dependiendo de cómo se aplique la carga externa al cuerpo en estudio.

Tabla 7. Factores de Seguridad.

TIPO DE CARGA	Materiales dúctiles. Aceros.		Materiales frágiles. Fundición.	Madera
	N_u	N_y	N_u	N_u
Cargas muertas (Constantes)	2,6 - 4,2	1,25 - 2,0	4,5 - 6,5	6 - 8
Cargas repetidas, en una dirección. Choque moderado.	5 - 7	2,5 - 3,5	6,5 - 9,0	9 - 11
Cargas repetidas, invertidas. Choque moderado	7 - 9	3,5 - 5,0	10 - 13	13 - 16
Choques fuertes	10 - 15	5 - 8	15 - 20	15 - 20

Fuente: Molina (1.970).

A veces se emplea el calificativo simple en vez de puro, para expresar que no hay otros efectos que compliquen la situación. Una barra en tensión es un ejemplo típico.

En este caso, una carga de tensión F se aplica mediante los pasadores que atraviesan los extremos de la barra. La hipótesis de esfuerzo uniforme significa que, si corta la barra en una sección transversal, alejada de ambos extremos, y se separa una de las mitades, es posible sustituir su efecto aplicando una fuerza uniformemente distribuida

de magnitud σ en el extremo cortado. Entonces σ a
uniformemente distribuido y se calcula por la siguiente ecuación:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (6)$$

Donde F es la fuerza aplicada y A es el área de la sección transversal. Para justificar esta hipótesis de distribución uniforme del esfuerzo se requiere que:

- (1) La barra sea recta y de material homogéneo.
- (2) La línea de acción de la fuerza pase por el centroide de la sección.
- (3) La sección esté suficientemente alejada de los extremos y de cualquier discontinuidad o cambio en la sección transversal.

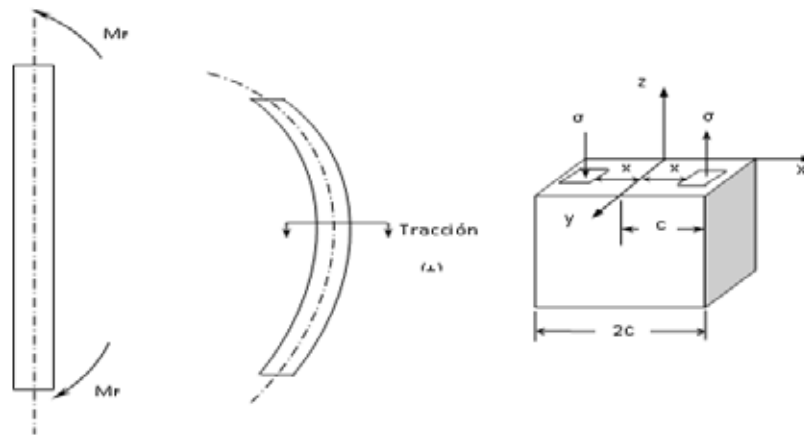


Figura 4. (a) Paralelepípedo sometido a un momento flector MF puro; (b) paralelepípedo afectado por el momento flector y (c) ampliación de un corte en el medio del paralelepípedo

Fuente: Tassoni D. (2.007).

(b) Análisis de piezas largas sometidas a compresión.

Existen elementos de máquina, que no fallan cuando la tensión resultante aplicada se acerca a los valores de resistencia del material, sino mucho antes. El mismo obedece a la existencia de un llamado equilibrio inestable. Un ejemplo típico son las columnas, muchos elementos de máquina se comportan como si fueran columnas, sin serlo.

Algunos ejemplos que se pueden citar son: la BIELA de un motor de combustión interna, el soporte central del tren de aterrizaje de un avión, el vástago del émbolo de un cilindro hidráulico, etc. Considerando, por ejemplo, los dos elementos que se indican en la figura 4 ¿Cuál es el más crítico? La respuesta a esta pregunta, resulta demasiado evidente: sin pensar siquiera en la sección, o en la dimensión de la sección transversal del elemento, todos concuerdan en afirmar que el más crítico es el más largo, en este caso el de la figura 4.b.

Para visualizar mejor esta situación, imagine una regla de plástico o la antena de un carro, a la cual se le aplica una carga P de compresión, se observa que la regla (o la antena) se arquea (dobla) como el paralelepípedo de la figura 4, es decir, la pieza ha pandeado; el pandeo no es la curvatura sino la falla, sin quitar la carga P . Si se quita la carga P , la regla (o la antena) se endereza, un pequeño desplazamiento lateral, producto de la deformación mostrada, genera una reacción interna que se opone a P , debido a un “momento elástico interno”.

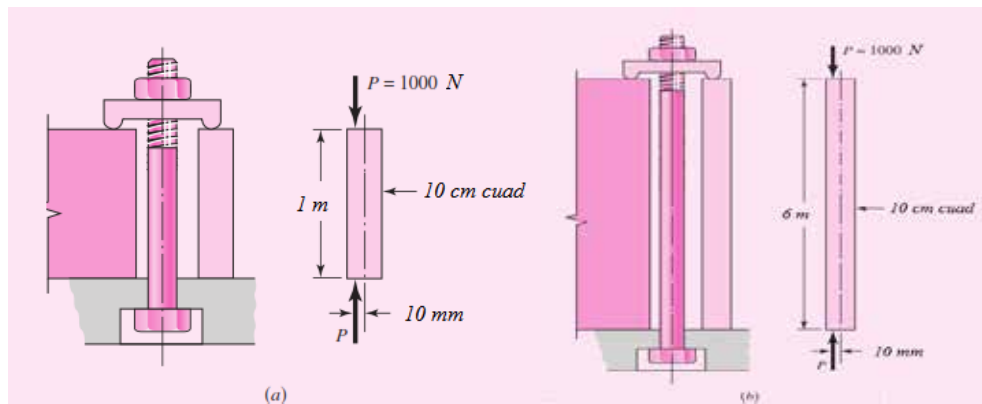


Figura 5. Elementos de Máquina de igual sección transversal, e idénticos sistemas de carga; difieren únicamente en cuanto a las correspondientes longitudes.
Fuente: Tassoni D. (2.007).

Al desaparecer P , este momento es suficiente para que la pieza recobre su forma recta, esto se denominó La primera vez que se escuchó este
 término fue en el año 1.744, en un tratado de Leonhard Euler (1.707-1.783), matemático, físico e ingeniero que paso largos años para tratar de explicar este

problema, ya que la estabilidad elástica solo explica cuando la pieza se endereza, el verdadero problema es explicar cuando la pieza llegará a la

, es decir, cuando el momento elástico interno ya no es capaz de contrarrestar el efecto de **P**, y cuando esto ocurre la pieza falla (cede) abruptamente y se produce el colapso.

Euler, poco antes de morir, en 1.780, completó su largo trabajo, con la propuesta que lleva su nombre, analizando la forma de una columna sometida a carga axial, como la representada en la figura 4 desarrolló la ecuación:

$$\text{---} \tag{7}$$

Esta expresión es conocida como la "Euler", para columnas con extremos libres de girar, en la cual se tienen las siguientes magnitudes:

E = Módulo de Elasticidad del material que conforma la pieza [Pa].

I = Inercia de la sección transversal de la pieza [m⁴].

h = longitud de la pieza [m].

El subíndice **cr** que se asocia a la carga **P**, indica el carácter crítico de la carga de compresión aplicada, la cual es la carga que lleva a la pieza a la inestabilidad elástica, en el instante de la falla. Otra utilización sencilla que permite realizar la ecuación de Euler, consiste en aplicar directamente la longitud de pandeo, sustituyéndola en la expresión (7), a la longitud del elemento con extremos libres de girar.

La longitud de pandeo depende de la fijación de los extremos de la columna. Un ejemplo de esta aplicación se presenta a continuación considerando la pieza de la figura 5, que es la representación de una pieza larga, con un extremo libre y el otro empotrado.

Si observamos la forma que adopta la pieza sometida a compresión, se ve la similitud con la representada en la figura 4 la pieza de la figura 5 adopta la forma de la mitad superior de la indicada en la figura 4; prolongando idealmente la forma de la pieza con un extremo empotrado y el otro libre, como se indica en trazos negros en la figura 5.

Existen varios casos que puede estar presente en el elemento de máquina largo, puede estar con ambos extremos libres, estar empotrado en un extremo y libre en el otro, con un extremo empotrado y el otro libre de desplazarse verticalmente o con ambos extremos empotrados.

El elemento de máquinas largo de este diseño esta empotrado en ambos extremos como se observa en la figura 6 y por ende solo se hace el análisis para este caso.

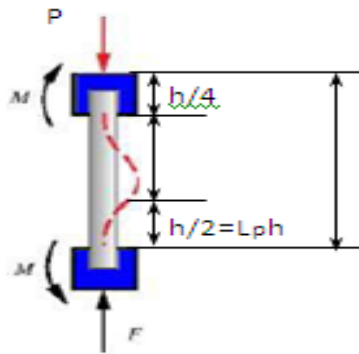


Figura 6. Representación de elemento de máquina largo, con extremos empotrados sometidos a la carga axial F de compresión de compresión.

Fuente: Tassoni D. (2.007)

Considerando la expresión 7 y el caso en que se basa este diseño, se puede escribir la ecuación de Euler como:

$$\text{---} \tag{8}$$

En la ecuación (8), , y para el caso de ambos extremos empotrados se tiene un valor igual a cuatro ($n = 4$).

Como se debe diseñar elementos de máquina, se considera la falla, es decir, se añade un factor de seguridad N y $P_{cr} = N P$, siendo P la carga que debe soportar la pieza.

(c) Teoría de Tresca.

Se considera que está es la teoría de falla más antigua. Originalmente fue propuesta por el francés C. A. Coulomb (1.736-1.806). Tresca, en 1.864 escribió acerca de la

teoría del esfuerzo cortante máximo, y J.J.Guest en Inglaterra realizó ensayos en el año 1.900, que condujeron a τ_1, τ_2 para un estado bidimensional de tensiones, se puede obtener, para un estado más complejo de tensiones, tal como es el tridimensional, los siguientes valores:

$$\tau_1 = \frac{s_1 - s_2}{2}, \quad \tau_2 = \frac{s_2 - s_3}{2}, \quad \tau_3 = \frac{s_1 - s_3}{2} \quad (9)$$

La falla iniciará cuando la tensión mayor de corte entre los tres valores de τ_i (sea ésta $\tau_{i,MAX}$) representados en las expresiones indicadas en (9), se iguala a la mitad del valor de la resistencia a la fluencia del material de fabricación de la pieza, obtenido en un ensayo de tracción simple. Esto es:

$$\tau_{i,MAX} = \frac{S_y}{2} \quad (10)$$

La teoría de la tensión de corte máxima, indica igualmente que el límite de fluencia a corte S_{ycorte} de un material es, a lo sumo, igual a la mitad de su límite de fluencia a tracción S_y , esto es:

$$S_{ycorte} = \frac{S_y}{2} \quad (11)$$

Esta teoría ofrece buenos resultados en el diseño de elementos de máquina, para cuya fabricación se utilizarán materiales dúctiles (latones, bronces, aluminio y aceros laminados y recocidos).

Todas las teorías de falla pueden utilizarse directamente como criterios de diseño, al hacer referencia a la siguiente ecuación:

$$\tau_{i,MAX} = \frac{S_y}{2} \quad (12) \quad \text{y} \quad \tau_{i,MAX} = \frac{S_{ycorte}}{2} \quad (13)$$

3.2.5.3. Remaches.

El remache es un elemento de fijación que se emplea para unir dos o más piezas. Consiste en un tubo cilíndrico (el vástago) que en su fin dispone de una cabeza. Las cabezas tienen un diámetro mayor que el resto del remache, para que así al introducir éste en un agujero pueda ser encajado.

Aunque se trata de uno de los métodos más antiguos de unión que hay, hoy en día su importancia como técnica de montaje es mayor que nunca. Esto es debido, en parte, por el desarrollo de técnicas de automatización que consiguen hacer más económico el proceso de unión.

Este método de unión brinda muchas ventajas como:

- Es un método de unión económico y automatizable.
- Es válido para unión de materiales diferentes y para dos o más piezas
- Existen una gran variedad de modelos y materiales de remaches, lo que permite acabados más estéticos que con las uniones atornilladas.
- Permite las uniones ciegas, es decir, la unión cuando sólo es accesible la cara externa de una pieza.

En este diseño se utilizará un remache ciego con madril de estiramiento (ver anexo I, pág 100), el cual tiene la ventaja de ser instalado en agujeros de unión que sólo son accesibles desde una cara y es el más utilizado de los remaches ciegos.

3.2.5.4. Soldadura

La soldadura es un medio de unión permanente, que se utiliza ampliamente en la construcción de elementos de máquinas y en la reparación de algunos de ellos. La soldadura une dos porciones de metal de iguales o diferentes características en el cual se utiliza generalmente un material adicional denominado material de aporte, cuyo punto de fusión suele ser menor a la temperatura de los materiales a unir.

Para el diseño de la soldadura se utilizan datos materiales base, espesor del cordón de soldadura, entre otros. Estos criterios de diseños también dependen de la aplicación de la pieza a soldar, si está sometida a compresión, corte, tracción, todas estas dependen de una manera para determinar la resistencia de los materiales y/o determinar si pueden fallar por fatiga.

Para la soldadura circular sometida a flexión, en la mayoría de los casos se calcula el ancho de cordón de soldadura que debe utilizarse para que no falle, aunque también

sabiendo el ancho del cordón de soldadura, se calcula el esfuerzo al cual está sometida la soldadura.

Para determinar el esfuerzo admisible por metro del filete o cordón de soldadura () se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{---} \tag{14}$$

Donde M es el momento flector al cual está expuesta la soldadura, I es el momento del área basado en la garganta de la junta y c es la distancia media del diámetro de la soldadura

Para soldaduras circulares simple, I se calcula por medio de:

$$\text{---} \tag{15}$$

Para soldaduras de filete:

$$\tag{16}$$

Donde I_u es el momento de área unitario, que se determina dependiendo de la forma de la unión soldada

El esfuerzo cortante de la soldadura viene dado por:

$$\text{---} \tag{17}$$

Para cordones de soldadura en ángulo, donde la carga somete a esfuerzos de corte se deben tomar condiciones de no ruptura de la unión de soldadura, es decir, que no exista falla en el elemento de máquina, y debe cumplirse:

$$\tag{18}$$

Los valores se sustituyen por los correspondientes a los valores de diseño, recordando que de corte se relaciona con la resistencia a la fluencia, 0,4

Sustituyendo y aplicando común obtenemos:

$$\text{---} \tag{19}$$

3.2.5.5 Sistema de suspensión.

La suspensión de un vehículo tiene como objetivo “absorber” las desigualdades del terreno sobre el que se desplaza, a la vez que mantiene las ruedas en contacto con el

pavimento, proporcionando un adecuado nivel de confort y seguridad de marcha. Se puede decir que sus funciones básicas son las siguientes:

- Reducción de fuerzas causadas por irregularidades del terreno.
- Control de la dirección del vehículo.
- Mantenimiento de la adherencia de los neumáticos a la carretera.
- Mantenimiento de una correcta alineación de las ruedas.
- Mantenimiento de la altura óptima de la unidad.

El sistema está compuesto por un elemento elástico (que bien puede ser una ballesta, muelle helicoidal, barra de torsión, estabilizador, muelle de goma, gas, aire, etc.) y otro de amortiguación (amortiguador en cualquiera de sus variantes), cuya misión es neutralizar las oscilaciones de la masa suspendida originadas por el elemento elástico al adaptarse a las irregularidades del terreno transformando la energía que almacena el resorte en calor.

El peso del vehículo se divide en dos partes denominadas:

- Masa suspendida, se compone de los mecanismos soportados por el chasis o bastidor (carrocería, elementos auxiliares y de confort, pasajeros, etc.)
- Masa no suspendida, constituida por el resto de los componentes (sistema de frenos, llantas, etc.).

(a) Suspensión de ballesta.

Este tipo de resorte se utiliza, exclusivamente, para sistemas de carga que producen flexión en el elemento, se fundamenta en el principio de las vigas, y sobre su capacidad de absorber energía, así como de deformarse.

Las ballestas se fabrican para soportar cargas en los extremos y en zona central de la misma.

Las ballestas que se muestra en la figura 7, se genera de una hoja plana y triangular. Para la geometría indicada en la figura 8-c y reportada en la figura 8 (a y b), en la que se ha incluido un perno para mantener unidas las hojas, tenemos que:

$$-- \quad \text{---} \quad (20)$$

Podemos escribir la fórmula correspondiente a la tensión de tracción máxima:

$$S_{\text{trac max}} = \frac{3PL}{2nb_h h^2} \quad (21)$$

La deformación producto de la carga sobre el resorte, en la zona central de mismo, que coincide con el eje del perno, viene dada por:

$$\text{—} \quad (22)$$

Pero, además, las ballestas, como todos los resortes, están hechas para trabajar sometidas a fatiga, luego debemos calcular los valores de la carga media y de la amplitud de carga

$$P_m \text{ —} \quad \text{y} \quad P_a \text{ —} \quad (23)$$

El perno, que se ha incluido en el medio, para unir las hojas, introduce un factor de concentración de tensiones, que se considera haciendo $K_e = K = 1,5$, y conjugando todo esto se obtiene estos valores:

$$S = \frac{3}{2} \text{ —} \quad S = \frac{3}{2} \text{ —} \quad (24)$$

El criterio de diseño, despreciando los efectos del corte, viene dado

$$\text{—} = m + a \text{ —} \quad (25)$$

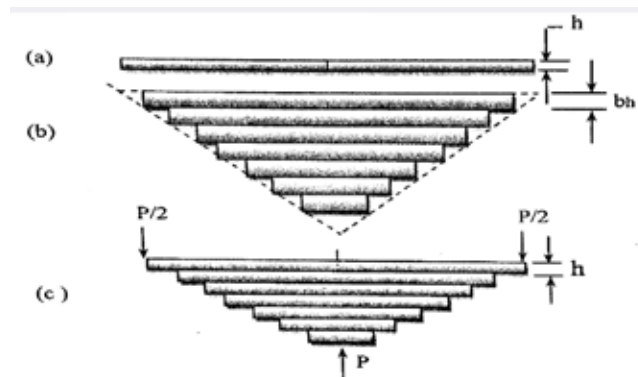


Figura 7. Obtención de un resorte de hojas, o ballesta, para cargas en sus extremos y en su centro; (a) hoja plan y triangulas, de espesor h, (b) obtención de las tiras de ancho b_h , a partir de la hoja triangular, en vista en planta, (c) ensamblaje de la ballesta con el sistema de carga señalado, en vista lateral.

Fuente: Tassoni D. (2007).

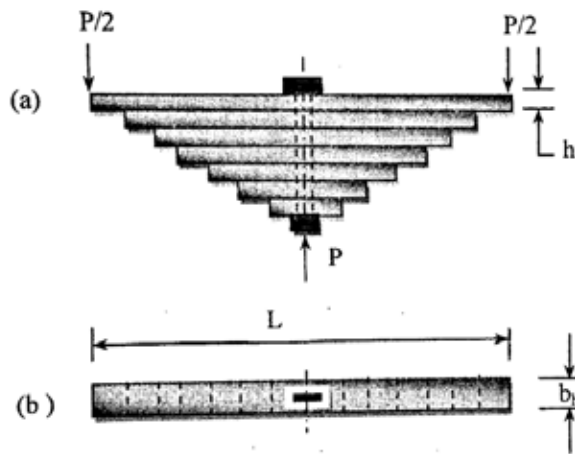


Figura 8. Ensamble de un resorte de hojas, con láminas (flejes) de espesor h y ancho b_h . (a) Vista lateral, (b) Vista en planta. Para asegurar la unión de las hojas, las mismas son sujetadas por medio de un perno.

Fuente: Tassoni D. (2.007)

Para el cálculo de S_n , según el límite de fatiga, solo se debe considerar dos factores:

C_s = Coeficiente de superficie y C_d = Coeficiente de tamaño (función del espesor h de la hoja).

Con estos coeficientes calcular $S_n = n C_s C_d$ (n = Límite de fatiga del material de fabricación de la hoja de la ballesta).

3.2.6 Rodamiento.

Se define como rodamiento al tipo de soporte para ejes o árboles en el que la carga se transmite a través de elementos que están en contacto rodante y no deslizante, también se les conoce con otros nombres como son: cojinetes de rodamiento y cojinetes antifricción, aunque esta última denominación no es muy correcta.

Muchos años de estudio e investigación han sido dedicados al perfeccionamiento de estos elementos de máquina que son parte esencial de cualquier mecanismo, de tal manera que el diseñador en la actualidad dispone de una serie de catálogos de donde puede obtener información lo suficientemente amplia sobre las características

fundamentales de los rodamientos. Por lo tanto, el problema del proyectista no está en diseñar y fabricar un rodamiento sino más bien en seleccionarlo. Entre las

características de un rodamiento que se pueden obtener de los catálogos están, por ejemplo: la carga, la velocidad y las dimensiones de los mismos.

(a) Tipos de Rodamientos

Se puede distinguir dos grandes grupos de rodamientos: los de bolas y los de rodillos. En los rodamientos de bolas, los elementos rodantes son esferas perfectamente redondeadas, las cuales se desplazan entre dos anillos, uno interior y otro exterior, a través de pistas o guías realizadas en ellos. Las bolas están separadas por una jaula o retén tal y como puede verse en la figura 30- a.

En los rodamientos de rodillos los elementos metálicos rodantes; como su nombre lo indica, son rodillos de forma cilíndrica, cónica truncada o convexa cilíndrica (barril).

En la figura 30-b, se presenta un rodamiento de rodillos y puede notarse que al igual que en el anterior podemos distinguir sus cuatro elementos básicos que lo conforman: anillo exterior, anillo interior (aro interior), el separador (retén) y los rodillos.

En la figura 30-c, puede observarse un rodamiento de rodillos cónicos donde se muestran también sus elementos constituyentes; es decir, anillo exterior o copa, anillo interior o cono, el separador o jaula y los rodillos cónicos.

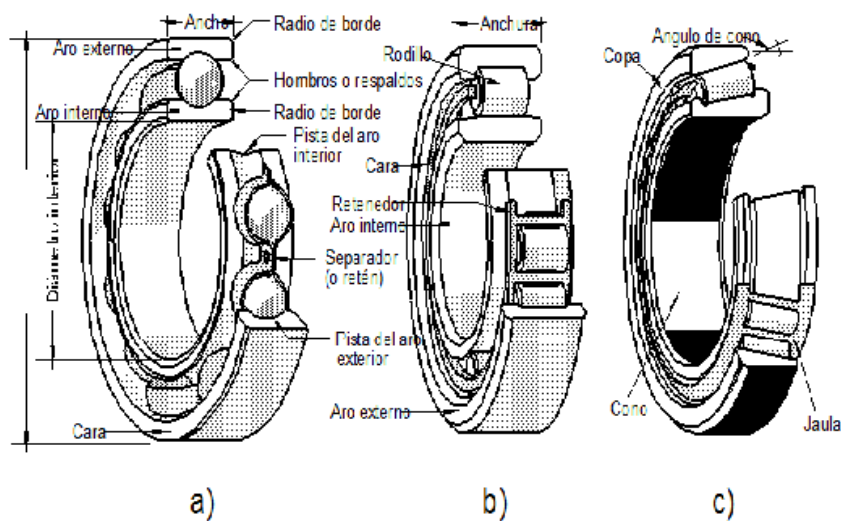


Figura 9. Tipos de rodamientos.
 Fuente: Universidad Nacional Experimental del Táchira.

(b) Carga en los rodamientos

La duración o vida útil de un rodamiento se define como el número de revoluciones, o el número de horas de giro a una velocidad constante dada, de operación del rodamiento para que se desarrolle el tipo de falla considerado.

La duración nominal de un grupo de rodamientos de bolas o de rodillos evidentemente idénticos se define como el número de revoluciones, u horas a una velocidad constante dada, que 90% de un grupo de rodamientos completará o excederá antes de desarrollar el criterio de falla.

Los experimentos muestran que dos grupos de cojinetes idénticos probados bajo diferentes cargas F_1 y F_2 tendrán la duración respectiva L_1 y L_2 de acuerdo con relación

$$\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{F_2}{F_1}\right)^a \tag{26}$$

Donde:

L = Vida, millones de revoluciones o vida, horas de trabajo a una velocidad constante dada n (rev/min).

$a = 3$ para cojinetes de bolas.

La AFBMA ha establecido una designación de carga estándar para cojinetes en los cuales no interviene la velocidad. Esta designación se llama capacidad básica de carga C . La capacidad básica de carga se define como la carga radial constante que puede soportar un grupo de rodamientos.

Utilizando la ecuación (26) se obtiene que la vida de un rodamiento sometido a cualquier carga (F) es:

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^{\frac{3}{a}} L_{10} \tag{27}$$

L_{10} = vida nominal básica en millones de revoluciones (con una confiabilidad del 90%)

C = capacidad de carga dinámica básica (kN).

P = Carga de diseño (kN).

Si la velocidad es constante, es preferible calcular la vida útil expresada en horas de funcionamiento utilizando la ecuación:

Donde:

L_{10h} = vida nominal en horas de funcionamiento (con un 90% de confiabilidad)

n = velocidad de diseño requerida, (rev/min)

3.2.7 Evaluación Técnica – Económica

La evaluación técnica - económica es una herramienta analítica que responde a la pregunta sobre si un proyecto es o no rentable y si se recomienda su implementación a través de la asignación de los recursos financieros requeridos o por el contrario si se rechaza el proyecto analizado por no poseer factibilidad económica y por generar futuras pérdidas financieras al no ser capaz de originar flujos que amorticen las inversiones requeridas y costos asociados al proyecto analizado.

(a) Estudio Técnico

El estudio técnico es aquel que presenta la determinación del tamaño óptimo de la planta, determinación de la localización óptima de la planta, ingeniería del proyecto y análisis organizativo, administrativo y legal. (Baca, 2010).

Para este proyecto se analiza todos los requisitos legales y de fabricación que debe poseer la unidad de rescate para poder circular en las calles del territorio venezolano, basándose en las normas del Instituto Nacional de Tránsito Terrestre (INTT).

(b) Estudio Económico

El fin último de este estudio es analizar las necesidades de tipo económico y que precisa la puesta en marcha del proyecto, con el propósito de ayudará a valorar si es rentable, o no, emprender el nuevo proyecto. Se trata pues, de conocer:

- La inversión económica necesaria y cómo se va a financiar.
- Estimar los costos y gastos que va a suponer la puesta en marcha del proyecto.
- Valorar los posibles ingresos para realizar un cálculo aproximado de los beneficios que puede dar el proyecto.

Por lo tanto, para realizar este estudio económico, es preciso estructurarlo atendiendo a estos cuatro elementos:



Figura 10. Estructura que conforma el estudio económico.

Fuente: Business School (OBS).

(i) **Las Inversiones:** en todo proyecto existe tres tipos de inversiones, cuya suma proporcionará el total de inversiones necesario para poner en marcha el proyecto.

- **Inversiones en Activos fijo.** Son aquellas destinadas a recursos de tipo tangible, como la maquinaria o el mobiliario preciso, o intangible, es decir, que no se pueden “tocar”, como los estudios, las relaciones con los proveedores, derechos y permisos.
- **Inversiones en Capital de trabajo o activos circulantes.** Se trata de determinar los recursos necesarios para poner en funcionamiento el proyecto (materias primas, mano de obra, etc.). Para calcular este capital de trabajo, es preciso restar a los activos corrientes que ya posee la empresa para poner en marcha el proyecto (capital disponible en efectivo o no, materias primas, repuestos y productos), los pasivos o deudas por pagar a proveedores. También hay que tener en cuenta cuales son las fuentes de

financiación del proyecto y en qué medida lo van a financiar, si se posee capital, existen inversores, se va a pedir un crédito a los bancos o si la financiación va a ser mixta, combinando dos o más fuentes de financiación.

- **Gastos previos preoperativos**, es decir, aquellos destinados a la realización de estudios, captación de capital, y la realización de diseños y planes, previos a la puesta en marcha del proyecto.

(ii) Los costos: Se trata de los costos de producción, dentro de los que se encuentran las materias primas, materiales y recursos necesarios para crear el producto o dar el servicio. Estos costos se pueden clasificar en función de su valor, como variables o fijos.

3.2.8 Plan de Mantenimiento

El mantenimiento se define como un conjunto de normas y técnicas establecidas para la conservación de la maquinaria e instalaciones de una planta industrial, para que proporcione mejor rendimiento en el mayor tiempo posible.

Actualmente el mantenimiento busca aumentar y confiabilizar la producción; aparece el mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo, el mantenimiento proactivo, la gestión de mantenimiento asistido por computador y el mantenimiento basado en la confiabilidad.

La finalidad del mantenimiento es mantener operable el equipo e instalación y restablecer el equipo a las condiciones de funcionamiento predeterminado; con eficiencia y eficacia para obtener la máxima productividad.

Los objetivos del mantenimiento los podemos resumir en:

- Garantizar el funcionamiento regular de las instalaciones y servicios.
- Evitar el envejecimiento prematuro de los equipos que forman parte de las instalaciones.
- Conseguir ambos objetivos a un costo razonable.

Existen varios tipos de mantenimientos, el cual se destacan tres que son los siguientes:

- (a) **Correctivo:** Comprende el mantenimiento que se lleva con el fin de corregir los defectos que se han presentado en el equipo. Se clasifica en:
- Planificado: se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.
 - No planificado: es el mantenimiento de emergencia. Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).
- (b) **Predictivo:** este mantenimiento está basado en la inspección para determinar el estado y operatividad de los equipos, mediante el conocimiento de valores de variables que ayudan a descubrir el estado de operatividad; esto se realiza en intervalos regulares para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas.
- Para este mantenimiento es necesario identificar las variables físicas (temperatura, presión, vibración, etc.) cuyas variaciones están apareciendo y pueden causar daño al equipo. Es el mantenimiento más técnico y avanzado que requiere de conocimientos analíticos y técnicos y necesita de equipos sofisticados.
- (c) **Preventivo:** es el mantenimiento que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas, y mantener en un nivel determinado a los equipos, se conoce como mantenimiento preventivo directo o periódico, por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo; se basa en la confiabilidad de los equipos.

3.3 Definición de términos básicos

A continuación, se describen algunos conceptos resaltantes que se muestran en las bases teóricas los cuales serán útiles para alimentar y comprender con mayor facilidad la investigación:

Diseño: es el proceso previo de configuración mental, en la búsqueda de una solución en cualquier campo. Utilizado habitualmente en el contexto de la industria, ingeniería, arquitectura, y otras disciplinas creativas.

Remolque: es un vehículo de carga no motorizado que consta con mínimo de chasis, ruedas, superficie de carga y este no se puede mover por sus propios medios, sino que es arrastrado y dirigido por otro vehículo.

Rescate: se refiere al salvamento de una persona o grupo de personas en una situación apurada, habitualmente en una emergencia, como una acción de ayuda durante un desastre natural o una catástrofe o un accidente.

Aluminio 6XXX: es una aleación de aluminio endurecido que contiene como principales elementos, aluminio, manganeso y silicio.

Resistencia del material: es la capacidad para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, adquirir deformaciones permanentes o deteriorarse de algún modo.

Chasis: el chasis o bastidor consiste en una estructura interna que sostiene y aporta rigidez y forma a un vehículo u objeto en su construcción y uso.

Suspensión: es el conjunto de elementos que amortiguan las irregularidades de la calzada

Estructura: es un conjunto de partes unidas ente sí que forman un cuerpo, una forma o un todo, destinadas a soportar los efectos de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.

Eje: es un elemento constructivo destinado a guiar el movimiento de rotación a una pieza o de un conjunto de piezas, como una rueda o un engranaje.

Rodamientos: Se define como rodamiento al tipo de soporte para ejes o árboles en el que la carga se transmite a través de elementos que están en contacto rodante y no deslizante.

Unidades: Es una cantidad estandarizada de una determinada magnitud física, definidas y adoptadas por convención o por ley. En nuestro caso las unidades utilizadas vienen expresadas según el Sistema Internacional (SI).

Bar: Se denomina Bar a una unidad de presión equivalente a un millón de barias, aproximadamente a una atmosfera (1 atm).

N: Newton, es la unidad de fuerza del Sistema Internacional de Unidades (SI).

Nm: Newton por Metro, Es una unidad de medida de esfuerzo de torsión, también llamado “momento” o “torque” (capacidad de una fuerza para producir un giro o rotación alrededor de un punto).

Rpm: Revolución por minuto, es una unidad de frecuencia que se usa para expresar velocidad angular, es decir, indica el número de rotaciones completadas cada minuto por un cuerpo que gira alrededor de un eje.

Neumáticos: también conocido como llanta o caucho, es una pieza toroidal de caucho que se coloca en las ruedas de diversos vehículos y máquinas. Su función principal es permitir un contacto adecuado por adherencia y fricción con el pavimento.

Manual: Se denomina manual a toda guía de instrucciones que sirve para el uso de un dispositivo, la corrección de problemas o el establecimiento de procedimientos de trabajo.

Factibilidad técnico – económica: es una herramienta analítica que responde a la pregunta sobre si un proyecto es o no rentable.

Mantenimiento preventivo: es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

Toda investigación se fundamenta en un marco metodológico, el cual define el uso de métodos, técnicas, instrumentos, estrategias y procedimientos a utilizar en el estudio que se desarrolla. Al respecto, Balestrini (2006, p125) define “el marco metodológico como la instancia referida a los métodos, las diversas regla, registros, técnicas y protocolos con los cuales una teoría y su método calculan las magnitudes de lo real”.

4.1. Fases metodológicas

Fase I. Diagnóstico de las necesidades reales de la unidad de rescate y salvamento para Empresas Polar, C.A.

El desarrollo de ésta primera fase permitirá identificar los requerimientos principales que debe poseer la unidad de rescate y salvamento, ya que permitirá visualizar cuales son las necesidades del mismo. Para recolectar toda la información necesaria se realizaron recorridos por el área de trabajo en estudio y se hizo uso de herramientas como lo son la observación directa de las actividades que se desarrollan, entrevistas estructuradas al personal que labora en el área de servicios asistenciales.

La entrevista se considera una de las técnicas más apropiada para recolectar datos, el cual se le aplicara al equipo del departamento de Salud, Seguridad y Ambiente, para así poder recopilar una serie de datos más específicos para realizar el diseño de la unidad de rescate y salvamento.

Fase II. Generación de propuestas para el diseño de la unidad de rescate y salvamento y seleccionar la mejor solución.

La segunda fase permitirá generar y evaluar distintas alternativas para las partes que conforman la unidad de rescate, analizando cada una de ellas generando sus ventajas y desventajas y según el criterio de importancia de la empresa seleccionar la mejor alternativa.

Para seleccionar las mejores alternativas se consideran los criterios más importantes entre ellos: costos, diseño, tiempo de construcción, facilidad de montaje, de operación, de mantenimiento, seguridad, estética, etc. Además, se toma en cuenta las condiciones a las que está expuesto la unidad. Los elementos a tomarse en cuenta serán: chasis, dispositivo de tracción, sistema de suspensión, neumáticos, sistema de enganche.

Una vez analizado cada alternativa de cada elemento, mediante los criterios de importancia de la empresa se procederá de seleccionar la mejor solución.

Fase III. Planteamiento del diseño de la unidad de rescate y salvamento, para el área de Salud, Seguridad y Ambiente de Empresas Polar C.A.

En la tercera fase se aprovechará la información obtenida en la fase anterior, como lo son el tipo de chasis a utilizar, el dispositivo de tracción, la rueda jockey, el sistema de suspensión, los neumáticos, el sistema de enganches.

Para analizar a profundidad las partes del diseño de la unidad de seguridad y salvamento, se realizó una profunda investigación inicial sobre el diseño de remolques. Luego se procedió mediante cálculos a realizar el eje, seleccionar rodamiento con la ayuda de mi tutor académico. Además, estudiar las propiedades mecánicas del Aluminio 6061 T6 y el Aluminio 6063 T5 y analizar la resistencia de la estructura de la unidad (Chasis, sistema de suspensión sistema de enganche, etc.), para ver cómo se comporta frente a la carga que estará sometida mediante la ayuda de algún del programa de simulación Autodesk Inventor Professional.

Fase IV Realización de un estudio de factibilidad técnico – económico del proyecto.

Para la realización de la factibilidad técnico-económica se utilizó las herramientas aprendidas en la asignatura Proyecto de Negocio, el cual ayudará a demostrar que el diseño puede ponerse en marcha y mantenerse, mostrando evidencias de que se ha estudiado cuidadosamente, contemplando los problemas que involucra y mantenerlo en funcionamiento.

Para el estudio técnico se tomará en cuenta el análisis y determinación de la localización y tamaño óptima del proyecto, el análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos y la determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto.

Fase V. Presentar manual de operaciones y mantenimiento para la unidad de rescate y salvamento.

Y, por último, pero no menos importante, la realización de un manual de operaciones y mantenimiento, para así alargar la vida útil de la unidad, ya que gracias a este manual se presentará la manera más adecuada de utilizar, además está sujeta a un plan de mantenimiento preventivo el cual va a conservar el equipo mediante la revisión y reparación periódica que garantice su buen funcionamiento y fiabilidad.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Diagnóstico de las necesidades reales de la unidad de rescate y salvamento para Empresas Polar, C.A.

Al momento de iniciar la evaluación de las necesidades reales de la unidad, se debe saber que existen cinco (5) partes fundamentales que constituyen un remolque: estructura de carga, chasis, sistema de suspensión, sistema de enganche y sistema eléctrico.

5.1.1. Especificaciones de diseño

El prototipo a construir corresponde a una unidad de seguridad y salvamento con las siguientes restricciones a considerar:

R1: Estructura de aluminio.

R2: Capacidad de carga máxima de 1 Ton.

R3: Con las siguientes dimensiones de máximas 3000 mm de largo, 1500mm de alto y 1500mm de ancho.

R4: Con sistema de suspensión y enganche.

R5: Con un solo eje.

Además, es de gran importancia que el diseño cumpla con estos criterios:

C1: Menor costo, se debe seleccionar los elementos de la unidad de rescate más económicos y que garantice un buen desempeño.

C2: Mayor funcionalidad. Para hacer su manipulación al trasladarse sencilla.

C3: Mayor seguridad de transporte, el sistema debe ser fiable, es decir, brindar las seguridades adecuadas al trasladarse.

C4: Mayor facilidad de construcción, debe ser lo más simple posible que permita un fácil diseño.

C5: Mayor vida útil, los materiales y elemento a seleccionar debe garantizar una vida útil larga.

C6: Mayor resistencia mecánica, cada elemento que conforma la unidad de rescate debe soportar de manera eficiente el peso que estará sometido.

En la siguiente tabla se describen las especificaciones estándar que debe cumplir el prototipo.

Tabla 8. Requerimientos de la unidad.

ESPECIFICACIONES	
Función	Facilidad para acoplar el vehículo. Correcto desempeño a las velocidades expuestas
Dimensiones y movimientos	3000 mm de largo x 1500 mm de ancho y 1500 mm de altura (ver apéndice A, pág. 84). Desplazamiento libre dependiente del vehículo.
Carga	Debe soportar un peso máximo de 930kg.
Señales y controles	Señalización luminosa establecida por reglamento de tránsito.
Vida útil y mantenimiento	Vida útil de 10 años. Mantenimiento preventivo.

Fuente: Propia (2.017).

5.1.2. Equipamiento

De acuerdo a la entrevista realizada a los bomberos de la estación ubicada en la zona industrial Los Guayos, una unidad de rescate debe contener los siguientes equipamientos básicos: Cascos de seguridad, cuerda de seguridad, manta apagafuegos,

picos y palas metálicas, barra Halligan, hacha, trípode para rescate en espacios confinados, tabla espino dorsal, arnés integral, mosquetones tipo 8, mosquetones grandes de seguridad de cierre rápido, traje de apicultor, guantes de carnaza, chalecos de plásticos con reflectores, recipiente de agua potable, recipiente de gasolina, botiquín de primeros auxilios, bombonas de oxígenos y equipos de resucitación.

Estos equipamientos poseen un peso total de 300 Kg, que se debe tener en cuenta para el diseño de la unidad de rescate y salvamento.

5.2. Generación de propuestas para el diseño de la unidad de rescate y salvamento y seleccionar la mejor solución.

Para efectuar un adecuado análisis, al prototipo se subdivide en varios grupos de elemento: materiales, chasis o bastidor, dispositivo de tracción, sistema de suspensión y neumáticos.

5.2.1. Materiales.

Se tiene dos opciones de material para la fabricación de la unidad de rescate, el aluminio 6061 T6, el cual es una aleación tratada térmicamente, es dúctil y ligera, con gran resistencia mecánica y excelente acabado y el aluminio 6063 T5, posee una excelente característica de acabado y un alto grado de resistencia a la corrosión.

Tomando en cuenta los criterios y restricciones nombrado con anterioridad se selecciona el aluminio 6061 T6, aunque es más costoso que el aluminio 6063 T5, posee mayor resistencia mecánica brindando mayor grado de confiabilidad al trasladarse.

5.2.2. Chasis o bastidor.

En el análisis del chasis o bastidor se han determinado tres (3) alternativas que cumplen con los requerimientos de diseño del prototipo.

El chasis simple sin travesaño (ver figura 11), está formado por un solo cuadro, es de fácil construcción, menor peso, pero esto ocasiona que su estabilidad sea reducida y con el tiempo el sistema puede volverse ineficiente.

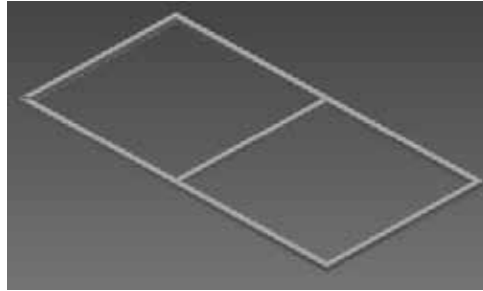


Figura 11. Chasis simple sin travesaño
Fuente: Autodesk Inventor Professional (2.015).

La otra alternativa es el chasis con travesaño esta estructura está compuesta por un conjunto de travesaños y largueros colocados adecuadamente (ver figura12). Brinda una mayor estabilidad al transportarse, es un sistema fiable, posee mayor peso y mayor costo.

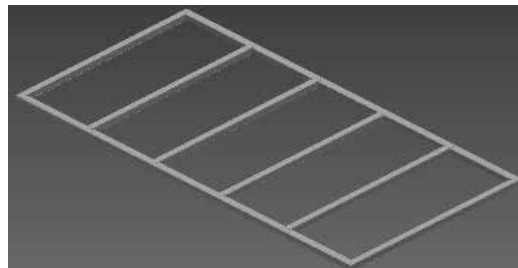


Figura 12. Chasis con travesaño.
Fuente: Autodesk Inventor Professional (2.015).

Y la última opción el chasis de forma de I, es un sistema complejo que consta de un solo larguero principal en el centro y un travesaño en cada extremo. Tiene la forma de la letra “I” (ver figura 13). Es de fácil construcción, menor peso, posee baja estabilidad y no soporta mucha carga.

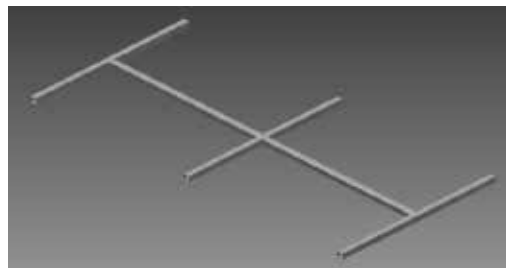


Figura 13. Chasis de forma de “I”.
Fuente: Autodesk Inventor Professional (2.015).

Basándose en los criterios y restricciones se seleccionó el chasis con travesaño como mejor opción para la construcción de la unidad de rescate y salvamento debido a que es el más seguro a la hora de transportarse y a su vez posee mayor resistencia mecánica.

5.2.3. Dispositivo de tracción.

Ya que el sistema de tracción es un elemento crítico, se debe realizar un adecuado análisis de las alternativas para así garantizar la adecuada transferencia de esfuerzos en toda la estructura evitando la concentración de esfuerzos en los puntos de acople.

Entre las alternativas se encuentran el tubo de tracción que está compuesto por una barra central, la cual va soldada a los travesaños delanteros. La lanza en “V” que consta de dos barras unidas entre sí a un punto del sistema de enganche con el vehículo motriz y soldadas a la parte delantera del bastidor. Y, por último, el tiro triangular con barra central, el cual consta de dos barras sujetas al bastidor, pero a diferencia del anterior sistema, éste se une a otra central que va a la barra de tiro del vehículo motriz.

La opción más acorde, y que cumple con los criterios y restricciones es el tiro triangular con barra central (ver figura 14), es el que posee mayor seguridad al transportarse, bajo costo y su resistencia mecánica es mayor.

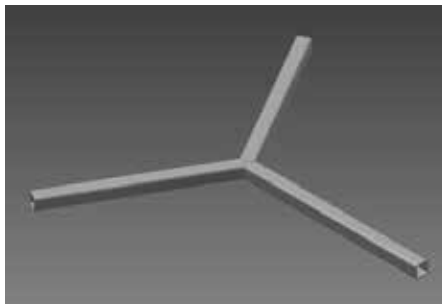


Figura 14. Tiro triangular con barra central.

Fuente: Autodesk Inventor Professional (2.015).

5.2.4. Sistema de suspensión.

Este sistema es el más crítico, debido a que una buena suspensión del prototipo produce una adecuada transportación, la minimización de cargas parásitas en la

estructura y por supuesto una mayor maniobrabilidad para el conductor del vehículo motriz.

Entre la suspensión con ballesta y la suspensión por muelles helicoidales, se seleccionó el sistema con ballesta (ver figura 15) debido a que cumple con mayor eficiencia con los criterios de diseño, entre ellos se encuentran: su costo es mucho menor, posee una mayor resistencia a la carga, de fácil adquisición y posee acción amortiguadora.



Figura 15. Sistema con ballestas
Fuente: Fuente: Catálogo Carga Fácil (1.992).

5.2.5. Neumáticos.

Los neumáticos deben garantizar el desplazamiento seguro del prototipo, y para esto debe reunir características de fiabilidad y calidad altamente reconocidas. Para los neumáticos entre el catálogo de la empresa Goodyear, C.A, el caucho llamado Eagle Excellence (ver figura 16), ya que es el que mejor cumple con los criterios de diseño, por su bajo costo, mayor seguridad y mejora la estabilidad y adherencia principalmente en curvas.



Figura 16. Eagle Excellence
Fuente: Goodyear Venezuela (2.017).

5.3. Planteamiento del diseño de la unidad de rescate y salvamento, para el área de salud, seguridad y ambiente de Empresas Polar, C.A.

5.3.1. Diseño del chasis y estructura.

El material que se emplea para la construcción de la estructura del remolque es un aluminio 6061 T6, el cual presenta propiedades óptimas para las condiciones de trabajo a las cuales va a estar sometido el remolque. El aluminio 60601 T6 es un material resistente, presenta una buena ductilidad y de fácil adquisición debido a que el material con que se trabaja en Cervecería Polar, C.A. Planta Fabrimonca.

5.3.1.1. Diseño del chasis.

Para determinar las dimensiones de la unidad de rescate y salvamento, se tomó en cuenta lo establecido en las normativas del INTT y las normas COVENIN, y se concluyó las siguientes dimensiones para la unidad de rescate y salvamento (ver apéndice A, pág. 84):

Largo: 3000 mm

Ancho: 1500 mm

La capacidad máxima del chasis será de 1000Kg, lo que representa la estructura que posará sobre él y las herramientas de rescate (Ver figura 17).

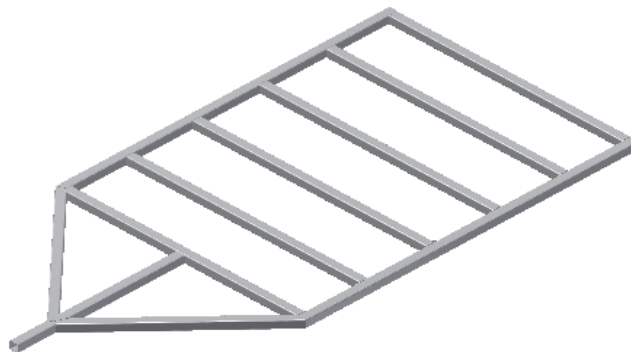


Figura 17. Chasis

Fuente: Autodesk Inventor Professional (2.015).

En la construcción del chasis se seleccionó el perfil de tubo cuadrado (ver anexo A, pág. 94) mediante el catálogo de ALREYVEN, C.A. que son lo que se utiliza en la Planta Fabrimonca.

Las vigas de aluminio vienen de una longitud estándar de 6100 mm, y necesitan tres (3) vigas del mismo que se cortan de la siguiente manera:

- La primera viga se corta en dos (2) vigas de 2000 mm, una (1) de 1398,4 mm y otra de 200 mm y sobran 501,6mm.
- La segunda viga se corta en cuatros (4) vigas de 1398,4 mm y sobran 506,4 mm.
- La tercera viga se corta en una (1) viga de 1398,4mm, dos (2) de 1096,58mm y una (1) de 800mm y sobran 1708,44mm.

5.3.1.2. Diseño de la estructura.

La estructura posee unas dimensiones de 1500mm de ancho, 1500mm de alto y 2000mm de largo, contará de perfiles y láminas de aluminio 6061 T6 para su construcción, y el cual está apoyado del chasis unido mediante soldadura TIG.

Los perfiles a utilizar son ángulos de lados iguales (ver anexo B, pág.95) que estarán formando una especie de cubo sobre el chasis (ver figura 18) y en el medio tubos rectangulares (ver anexo C, pág. 96). Todos los perfiles son seleccionados del catálogo de ALREYVEN, C.A. Y se utilizan cuatros (4) láminas de aluminio (ver figura 19), de dimensiones 1.524mm x 3.048mm x 4,76mm seleccionada de la tabla 43.



Figura 18. Estructura de la unidad de rescate.

Fuente: Autodesk Inventor Professional (2.015).



Figura 19. Láminas de Aluminio 6061.
 Fuente: Cervecería Polar, C.A. Planta Fabrimonca (2.016).

Tabla 9. Dimensiones y peso teóricos para placas de aluminio

Dimensiones (mm)	Espesores (mm)	Kilogramo por pieza
914 x 2.438	4,76	28,80
1.219 x 2.438	4,76	38,40
1.219 x 3.658	4,76	57,61
1.524 x 3.048	4,76	60
1.829 x 3.658	4,76	86,41

Fuente: Cervecería Polar, C.A. Planta Fabrimonca (2.016).

Los perfiles de ángulos de lados iguales y tubo rectangulares vienen de vigas de 6100mm, y se necesitan tres (3) vigas de ángulos iguales y una (1) viga de tubo rectangular el cual se cortan de la siguiente manera:

Las vigas de lados iguales:

- La primera viga se corta en dos (2) de 2000mm y una (1) de 1500mm y sobran 600m.
- La segunda viga se corta en tres (3) de 1500 mm y una (1) de 1347,6 mm y sobran 252,4mm.
- Y la tercera viga se corta en una (1) de 1347,6mm y sobran 4752,4mm.

Los tubos rectangulares:

- La primera viga se corta en cuatro (4) de 1500mm y sobran 100mm.
- La segunda viga se corta en una (1) de 1847,6 mm y sobran 4252,4mm.

Para las láminas de aluminio de necesitan cuatros (4) láminas distribuidas de la siguiente manera:

- La primera y segunda lámina es para el techo y piso de la estructura y se cortan de la misma medida: 1500 mm de ancho y 2000 mm de largo.
- La tercera y cuarta lámina corresponden a la parte de atrás y de al frente del remolque y se cortan de las siguientes medidas: 1347,6 mm de ancho, 1423,8 mm de alto.
- Y por último para los laterales salen de lo que sobran de la tercera y cuarta lámina y se cortan de la siguiente manera: cuatro (4) láminas de 223,8 mm de alto y 700 mm de ancho que se ubican sobre las puertas tipo santa maría del remolque, y en dos (2) de 193,6 mm de ancho y 1423,8 mm de alto que están ubicadas entre las dos vigas rectangulares.

5.3.2. Determinación de las cargas de diseño.

De acuerdo la ecuación (1, pág. 18) se determina la carga permanente total (P_e) realizando una sumatoria del peso de cada uno de los componentes del remolque. Los distintos pesos de los componentes se encuentran en el apéndice B, pág. 85 y se obtiene que el peso propio de la estructura es de 320kg.

$$P_e = C_m = 320 \text{ Kg}$$

Además, se considera una carga viva (C_a) igual a la carga de transporte y ésta corresponde a la carga máxima capaz de transportar el remolque.

$$C_a = 300 \text{ kg.}$$

Finalmente, mediante la ecuación (3, pág. 19) y haciendo referencia al a la tabla 7 para la selección del factor de seguridad N para materiales dúctiles y cargas muertas, la carga de diseño es:

$$C_t = (320 + 300) \text{ kg} * 1,5 = 930 \text{ kg.}$$

5.3.3. Cálculo de la fuerza de tiro.

5.3.3.1. Efecto de la aceleración y frenado inmediato.

Para el cálculo de la fuerza de tiro (F_a) es necesario determinar previamente la aceleración máxima (a). Se asume un valor de 80 km/h de velocidad máxima (V) alcanzada en un periodo de tiempo (t) de 0 a 15 segundos, por tanto:

$$a = \frac{V}{t} \quad \text{m/s}^2$$

Por lo tanto, haciendo referencia a la ecuación (4, pág. 19) se obtiene:

—

5.3.3.2. Efecto de la resistencia al rodamiento.

La resistencia al rodamiento (R_c) se presenta cuando el remolque ha adquirido velocidad sobre una cierta vía de cualquier tipo. Se considera que el remolque se desplaza en una vía de condiciones agrestes, que se compara con una superficie de tierra mojada, considerado como terreno arcilloso cuyo contenido de humedad es del 25 %. De esta manera se obtiene la constantes de resistencia al terreno (c) valor obtenido del anexo D, pág. 97, desarrollado en la “teoría de equilibrio de elasticidad y plasticidad de mecánica de los suelos”.

Para identificar el ancho y diámetro del neumático (ver anexo E, pág. 97), características del neumático

$$c = 10 \text{ lb/in}^2 = 7045,47 \text{ kg/m}^2$$

$$b = 189 \text{ mm}$$

$$D = 578 \text{ mm}$$

El peso total que soporta cada neumático (W) se lo obtiene de dividir la carga de diseño para el número de ruedas del prototipo

$$W = Ct/2 = 930\text{kg} / 2 = 465 \text{ kg}$$

Haciendo uso de la ecuación (5, pág. 20):

$$R_c = \frac{W}{b \cdot D} = 49,28703 \text{ Kg}$$

Se determina un valor de resistencia a la rodadura de 49,28703 Kg en condiciones críticas, además no se toma en cuenta el efecto de la aceleración en las interacciones entre la rueda y el terreno.

$$R_{c \text{ total}} = 49,28703 * 2 = 98,57406 \text{ kg}$$

5.3.3.3. Fuerza de tiro máxima.

Para determinar la fuerza de tiro máxima (Ft) que se diferencia de Fa es que se toma en cuenta que el remolque se encuentra subiendo una pendiente de 30° éste es valor promedio de las vías.

Para el análisis se incluye la resistencia a la rodadura, el peso y se determina el °, de acuerdo la ecuación (3)

$$F_t = 320 * \text{sen } 30 + 98,57406 = 258,47406 \text{ kg}$$

5.3.4. Diseño de suspensión de ballestas.

La unidad de rescate contara con suspensión de ballesta, no se le adaptara amortiguadores debido a que no excede el peso límite de 1200 kg, recomendado por los fabricantes de suspensión Gabriel y por ende no es necesario colocarlos.

Para la selección de ballestas se selecciona un acero al carbono 1040 laminado en frío (ver anexo F, pág. 98), suponiendo el número de hojas y la longitud de la ballesta:

Datos:

$$E = 207 \text{ Gpa}$$

$$S_y = 490 \text{ Mpa}$$

$$S_u = 586 \text{ Mpa}$$

$$N = 2$$

$$n = 5$$

$$L = 800 \text{ mm}$$

$$b_h = 60 \text{ mm}$$

$$P = 564 \text{ kg} / 2 = 282 \text{ kg} = 2766,42 \text{ N}$$

$$P_{\text{máx}} = 282 \text{ kg} = 2766,42 \text{ N}$$

$$P_{\text{min}} = 132 \text{ kg} = 1294,92 \text{ N}$$

Para comenzar el diseño de la ballesta se parte por la ecuación (21, pág. 31) y se deja en función al dato que no se obtiene el cual es el ancho de la ballesta (h):

$$\text{-----} \quad \text{-----}$$

Ahora bien, la ballesta está diseñada para trabajar a fatiga, entonces se procede a calcular la carga media y la amplitud de carga mediante las ecuaciones (23, pág. 31):

$$P_m = \text{-----} = 2030,67 \text{ N}$$

$$P_a = \text{-----} = 735,75 \text{ N}$$

Haciendo referencia a las ecuaciones (24, pág.31) y considerando el factor de concentración de tensiones, $K_e = K_f = 1,5$:

$$\text{-----} \quad \text{-----} \quad (24.a)$$

$$\text{-----} \quad \text{-----} \quad (24.b)$$

De acuerdo a la ecuación (25, pág.31) se determina el ancho de la ballesta, donde el S_n viene dado por la expresión: $S_n = S'_n C_s C_d$.

$$S'_n = 0,5(S_u) = 0,5(586 \text{ Mpa}) = 293 \text{ Mpa}$$

$$C_d = 0,8; \text{ suponiendo que } 12,5 \text{ mm} < h < 50 \text{ mm}$$

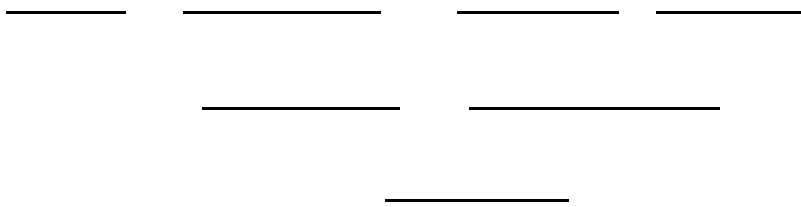
El coeficiente de superficie (C_s) se determina en el anexo G, pág. 98, para un acabado superficial maquinado o estirado en frío, el cual es:

$$C_s = A(S_u)^b = 4,51 (586)^{-0,265} = 0,83307$$

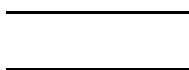
Sustituyendo:

$$S_n = 293(0,85) (0,83307) = 207,47608 \text{ Mpa}$$

Entonces sustituyendo ecuaciones (24.a), (24.b) y S_n en (25), con un factor de seguridad ($N=2$) haciendo referencia a la tabla 7 para materiales dúctiles y cargas repetidas, en una dirección:



Despejando h:



El ancho de cada ballesta $h = 10 \text{ mm}$.

Sustituyendo h en la ecuación (21, pág.31) para determinar deformación máxima a tracción sometida la ballesta:

trac máx _____

Ya sabiendo la longitud, el espesor y el número de ballesta se procede a calcular las longitudes de las demás hojas mediante la siguiente relación (ver figura 20):

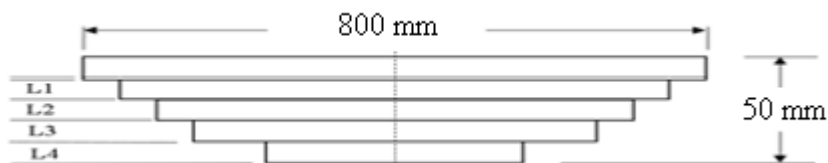


Figura 20. Dimensiones de la ballesta diseñada

Fuente: Propia (2.017).

Se procede a realizar la relación de triangulo mediante la figura (20):



$$L_1 = 320 \text{ mm} * 2 = 640 \text{ mm}$$

$$L_2 = 240 \text{ mm} * 2 = 480 \text{ mm}$$

$$L_3 = 160 \text{ mm} * 2 = 320 \text{ mm}$$

$$L_4 = 80 \text{ mm} * 2 = 160 \text{ mm}$$

Con estos resultados se acudió a la empresa Gabriel para seleccionar la ballesta a utilizar, y la característica de la ballesta seleccionada se encuentra en la tabla 10.

Cada ballesta cuenta con una abrazadera de forma redonda con una capacidad de 908 Kg, que es el encargado de sujetar el eje con la ballesta, con dos sujetadores de forma en C para hojas de cada lado, un tornillo de alta resistencia de 9/16” de diámetro y 3” de largo que es el encargado de mantener unidas las hojas de la ballesta y dos bujes de cada lado de diámetro interno de 9/16” y un diámetro externo de 7/16”.

Tabla 10. Características de la ballesta.

Ancho (mm)	Nº de hojas	Longitud (mm)	A	B	C	Bujes	Perno Guía	Espesor combinado (mm)	Carga
60	5	800	400	400	110	9/16” x 7/16”	9/16”	50	500

Fuente: Gabriel (2.017)

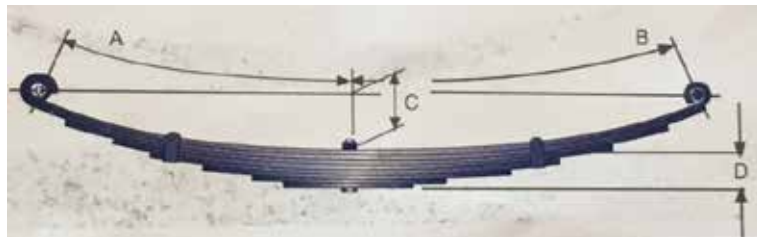


Figura 21. Especificaciones de ballesta

Fuente: Gabriel (2.017).

5.3.5. Diseño del eje.

Antes de empezar a diseñar el eje hay que tomar en cuenta que el mismo se comporta como una viga, considerando un suelo completamente liso y por lo tanto se considera que no está sometida a fatiga debido a que este eje no va a girar ni moverse, va a estar soldado a los extremos a la punta de eje, sabiendo esto se procede a diseñar.

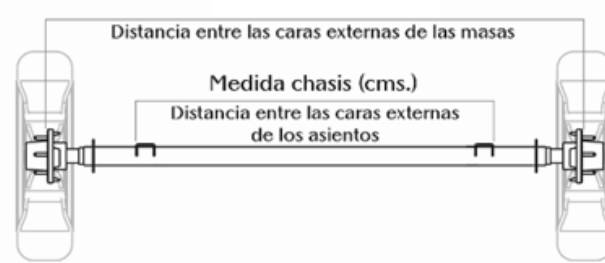
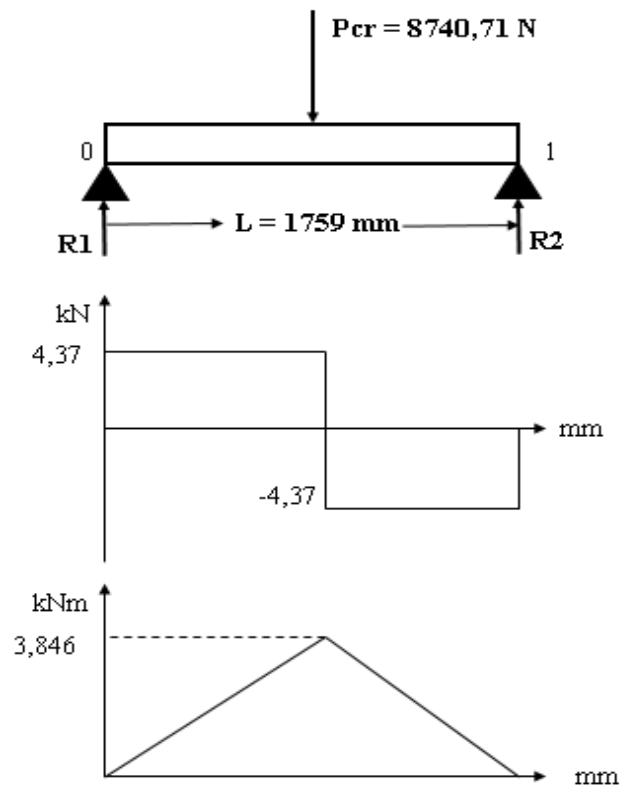


Figura 22. Medida del eje.
 Fuente: Catálogo Carga Fácil (1.992)

Se procede a realizar los cálculos del eje colocando la carga crítica (P_{cr}) en el centro del eje, para hacer más crítico el análisis y así asegurar su resistencia.

La carga crítica es igual a el peso de la unidad de rescate, menos los cauchos más el equipamiento por el factor de seguridad $N=1,5$, entonces:

$$P_{cr} = (2884,14 + 2943) \text{ N} * 1,5 = 8740,71 \text{ N} = 8,74071 \text{ kN}.$$



$$\begin{array}{l} \downarrow \quad 0 \quad \longrightarrow \quad P_{cr} - R_1 - R_2 = 0 \quad (a) \\ + \curvearrowright \quad M_0 = 0 \quad \longrightarrow \quad P_{cr} * L/2 - R_2 * L = 0 \quad (b) \end{array}$$

Resolviendo la ecuación (b) y se despeja R2:

$$(8740,71) (1759/2) \text{ Nmm} - R_2(1759\text{mm}) = 0$$

$$R_2 = 4370,355 \text{ N} = 4,370355 \text{ kN}$$

Se sustituye R2 en la ecuación (a) para encontrar el valor de R1:

$$8740,71 - R_1 - 4370,355 = 0$$

$$R_1 = 4370,355 \text{ N} = 4,370355 \text{ kN}$$

Para calcular el momento flector se hace referencia a la ecuación (20, pág.30)

$$\text{-----} \quad 3,84653\text{kNm.}$$

Conociendo los siguientes datos se procede a determinar el diámetro del eje

$$P_{cr} = 8740,71\text{N}$$

$$E = 70 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$h = L = 1759\text{mm.}$$

$$n = 4$$

Se hace referencia a la ecuación (8, pág.26):

$$\text{-----}$$

Donde $I = \text{---}$, y se sustituye en la ecuación 17, pág.29:

$$\begin{array}{c} \text{---} \\ \text{-----} \\ \text{---} \\ \text{-----} \end{array}$$

Con este valor se va al anexo J, pág. 101, para seleccionar una medida comercial, obteniendo un diámetro de 101,6 mm, ya que es un diámetro menor se le realiza una simulación en el programa Inventor Profesional para determinar que resista a la carga, dando como resultado un coeficiente de seguridad de 2,72 (ver apéndice L, pág. 90), garantizando así su resistencia.

5.3.5.1. Puntas de ejes.

Se selecciona las puntas de eje de cinco (5) agujeros de un Peugeot, este elemento se adapta a las condiciones de diseño y construcción. Y poseen una capacidad de carga de 9810N.

En la selección de las masas, se determinó una masa de 5 remaches de 1/2" x 2", y equipado con un sello para tambor y masa con capacidad de carga de 4905N, cada uno.



Figura 23. Masas de 5 remaches
Fuente: Catálogo Carga Fácil (1.992)

5.3.5.2. Selección de rodamiento.

El rodamiento radial permite el movimiento de las ruedas de la unidad de rescate. El rodamiento se aloja en las masas los cuales se acoplan de manera correcta a las puntas de eje.

Para seleccionar el rodamiento rígido tipo bola se debe determinar la capacidad básica de carga y entrar al catálogo y buscar una valor igual o mayor.

El diseño se basa para un funcionamiento de 3650 horas de vida útil, suponiendo que la unidad de rescate se utilice 10 horas diarias a una velocidad de 3000 rev/min.

La carga (P) que está sometido el rodamiento es igual al peso de la unidad de rescate (9,1233 kN) dividido entre los dos rodamientos dando como resultado $P = 4,561$ kN.

Datos:

$a = 3$, ya que es un rodamiento tipo bola.

$P = 4,561 \text{ kN}$.

$L_{10h} = 3650 \text{ h}$

$n = 3000 \text{ rpm}$

Para determinar la vida útil del rodamiento por millones de revoluciones (L_{10}) para una confiabilidad del 90% se despeja de la ecuación (28, pág.35) dando como resultado:

El resultado obtenido cuando se despeja la ecuación (28, pág.35) se sustituye en la ecuación (27, pág.34) y se despeja la capacidad de carga básica (C):

Con este valor se procede entrar al catálogo SKF y se seleccionó un rodamiento radial tipo bola de una hilera N° 6407 (ver anexo H, pág. 99), el cual cumple con los requerimientos de diseño.

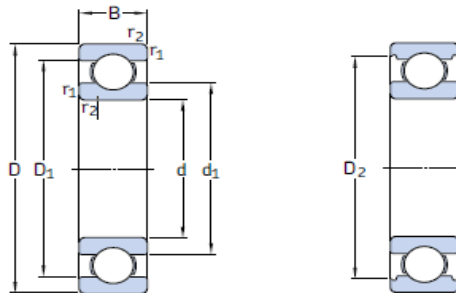


Figura 24. Rodamiento tipo bola N° 6407.
Fuente: Catálogo SKF (2.017).

5.3.6. Diseño de las soldaduras de la unidad de rescate.

Para soldar cada elemento de la unidad de rescate y salvamento se utiliza una soldadura TIG, que se produce mediante un arco eléctrico manteniendo entre el electrodo de tungsteno no consumible y la pieza a soldar.

Para soldar aluminio se ha preferido el uso de corriente AC ya que combina la mayor cantidad de calor en el trabajo generado, que tiene más capacidad, para romper la película de óxido de la pieza, resultando una mejor soldadura. También se selecciona un electrodo de Tungsteno Puro, es el más adecuado para soldar aluminio y es el más económico.

Para saber las características a utilizar dependiendo del espesor del material (tubo, lámina, ángulo), ver la siguiente tabla (tabla 11):

Tabla 11. Recomendaciones generales para soldadura TIG

Aluminio/Soldadura Manual/Corriente AC					
Espesor del metal	Diámetro Electrodo Tungsteno	Diámetro Varilla Aporte	Amperaje	Gas tipo	Protector Flujo (pc/h)
1/16"	1/16"	1/16"	60 - 100	Argón	15
1/8"	3/32"- 1/8"	3/32"	120 - 160		20
3/16"	1/8"- 5/32"	1/8"	180 - 240		20
1/4"	5/32"- 3/16"	3/32"	240 - 320		25

Fuente: Manual de Soldadura Venetool (2.015).

5.3.6.1. Análisis de soldadura en el chasis.

Se realiza el análisis de la soldadura en el chasis el cual es el encargado de soportar el peso de la estructura y si la soldadura no falla en el chasis, no fallara en la estructura. En la figura 25 muestra la forma del elemento a soldar.

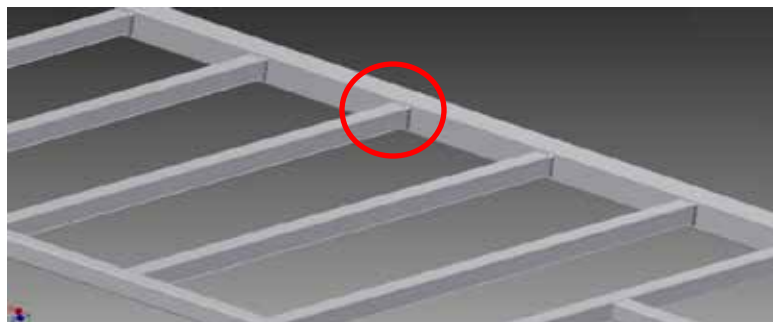


Figura 25. Travesaños soldados a los largueros.

Fuente: Autodesk Inventor Professional (2.015).

Se realiza el análisis de la soldadura para un travesaño, y se determina el factor de seguridad de la misma.

Datos:

$$F = 1520,55 \text{ N}$$

$$S_y = 276 \text{ Mpa}$$

$$L = 750 \text{ mm}$$

$$b = d = 50,8 \text{ mm}$$

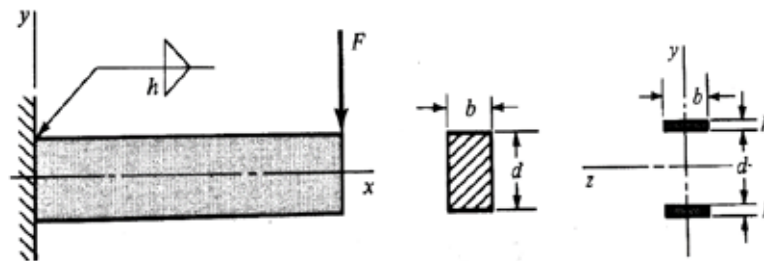


Figura 26. Viga de sección cuadrada unido por soldadura.
Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley 8va Edición (2.008).

El esfuerzo flexionante a tracción al cual está expuesta la soldadura es el siguiente:

$$M_f = 1520,55 \text{ N} * 750 \text{ mm} = 1140412,5 \text{ Nmm}$$

Donde la carga total de la unidad de rescate (9123,3 N) se distribuye entre los seis (6) travesaños soldados, dando como resultado una carga (P) para cada travesaño de 1520,55 N y se toma la mitad de la longitud de la viga (750mm) debido a que la carga (P) se considera en la mitad de la viga.

Se determina el momento que produce el esfuerzo por flexión en las juntas. Considerando como líneas los cuatros juntas de la figura 27, se halla el segundo momento de área unitario es:

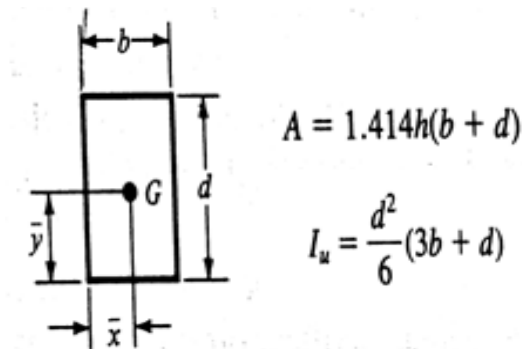


Figura 27. Forma de unión de la soldadura.
 Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley 8va Edición (2.008).

$$I_u = 87397,68144 \text{ mm}^3$$

Por consiguiente, haciendo uso de la ecuación (16, pág.29) el segundo momento de área basado en la garganta de la junta es:

$$I = 0,707h(87397,68144\text{mm}^3) = 61790,16078 \text{ h mm}^4.$$

Y el valor de I se sustituye en la ecuación 14, pág. 29

$$\frac{V}{I_u} \left[\frac{d}{2} \left(\frac{b}{2} + \frac{d}{2} \right) \right]$$

Esfuerzo cortante se determina mediante la ecuación (17, pág. 29)

$$\frac{V}{I_u} \left[\frac{d}{2} \left(\frac{b}{2} + \frac{d}{2} \right) \right]$$

Suponiendo un valor $h = 5 \text{ mm}$ para determinar el factor de seguridad de la soldadura mediante el criterio de diseño mediante la ecuación (12, pág.27)

$$\frac{V}{I_u} \left[\frac{d}{2} \left(\frac{b}{2} + \frac{d}{2} \right) \right]$$

Según la teoría de falla de Tresca, la falla iniciara cuando la tensión de corte, representados en las expresiones (9) y (10), pág. 27:

De acuerdo la ecuación 9:

$$\frac{V}{I_u} \left[\frac{d}{2} \left(\frac{b}{2} + \frac{d}{2} \right) \right]$$

Y de acuerdo con la ecuación 10, pág. 27:

Y el factor de seguridad por efecto de diseño, haciendo referencia a la ecuación (13 pág.27), da como resultado:

5.3.6.2. Análisis de soldadura en el eje.

De la soldadura del eje central con la punta de eje depende la adecuada rotación de las ruedas, en este proceso se toma especial atención a la alineación del eje con la cara transversal de la punta de eje garantizando simetría respecto a la línea de eje, para que así evitar cargas de vibraciones por desalineamiento a la hora de trasladarse.



Figura 28. Eje principal soldado a la punta de eje
Fuente: Catálogo de Carga Fácil (1.992)

Datos:

$$F = 4414,5 \text{ N}$$

$$S_y = 276 \text{ Mpa}$$

$$L = 31,5149 \text{ mm} =$$

$$r = 5 \text{ mm}$$

El esfuerzo flexionante a tracción al cual está expuesta la soldadura es el siguiente:

$$M_f = 4414,5 \text{ N} * 31,4159 \text{ mm} = 138685,6077 \text{ Nmm}$$

Se determina el momento que produce el esfuerzo por flexión en las juntas, para soldaduras circulares simples mediante la ecuación (15, pág.29)

$$I = \text{_____} \quad 785,4h \text{ mm}^4$$

Y el valor de I se sustituye en la ecuación 14, pág. 29:

$$\frac{1}{I} = \frac{1}{I_1 + I_2}$$

Suponiendo un valor $h = 8 \text{ mm}$ para determinar el factor de seguridad de la soldadura mediante el criterio de diseño mediante la ecuación (12, pág.27):

$$\frac{1}{I} = \frac{1}{I_1 + I_2}$$

5.3.7. Selección de remaches.

La unión de dos láminas de dimensiones $1500 \times 2000 \times 4,76 \text{ mm}$ que corresponde al techo y piso de la unidad de rescate son de remaches, debido que la estética del mismo no se ve afecta, ya que no se verán los remaches a simple vista. Se decide también colocar remaches debido a su bajo costo en comparación a la soldadura TIG.

De acuerdo al catálogo GESIPA (anexo I, pág. 100), se selecciona un remache de aluminio, estándar de 5 mm de diámetro, y se necesita 200 remaches separados entre sí a una distancia de 80 mm a lo largo de la lámina (2000mm) y a 60 mm a lo ancho (150mm).

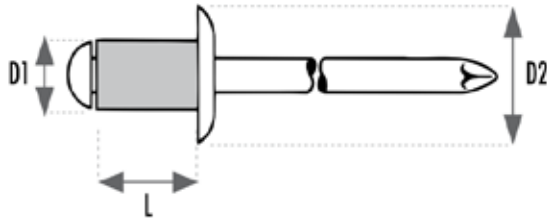


Figura 29. Dimensiones del remache.
Fuente: GESIPA profesionales del remache (2.017).

Tabla 12. Resistencia del remache

Diámetro del remache (mm)	Fuerza cizallamiento (N)	Fuerza Tracción (N)	D ₂ (mm) Máx
5	2000	2800	9,5

Fuente: GESIPA profesionales del remache (2.017).

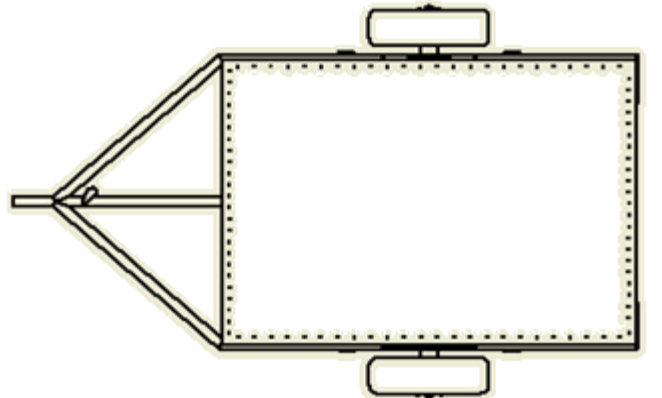


Figura 30. Plano donde se encuentran los remaches
Fuente: Autodesk Inventor Professional (2.015).

5.3.8. Selección del enganche.

El sistema de enganche, es la parte principal de la sujeción del remolque al vehículo. En el diseño se toman en cuenta las fuerzas que genera la unidad de rescate.

El sistema está unido al chasis en un extremo, en el otro está unido al automóvil por medio de una articulación que proporciona los suficientes grados de libertad al remolque, generando los mínimos esfuerzos al vehículo y al diseño de la estructura.

Para cualquier tipo de remolque el tiro o enganche no solo ejerce fuerza para mover y frenar el remolque, sino también lo hará girar.

Se seleccionó un enganche (tirón) recto seleccionado del catálogo carga fácil (ver tabla 31), para bolas de 1 – 7/8”, para chasis de 2” con una capacidad de carga de 908Kg, se sujetará al chasis mediante dos pernos de 3/4” la cual cumple satisfactoriamente con el diseño.



Figura 31. Enganche recto.
Fuente: Catálogo de Carga Fácil (1.992).

Tabla 13. Enganches rectos.

Descripción	Bola (pulg.)	Chasis (pulg.)	Kgs.	Lbs.
Enganche recto	1- 7/8	2 (50,8mm)	908	2000
Enganche recto	1- 7/8	2 – 1/2	908	2000
Enganche recto	2	2	1589	3500
Enganche recto	2	2 – 1/2	1589	3500

Fuente: Catálogo Carga Fácil (1.992).

5.3.9. Selección de las puertas del remolque.

Para la selección de la puerta se acudió a la empresa Talleres Dalesma, C.A. el cual ofrece una puerta tipo Santa María modelo microperforado en lámina galvanizada en frío, con acabado final con pintura electrostática de color gris con un sistema de elevación con tambores y flejes armónicos y barra inferior de aluminio.

Las medidas de cada puerta son de 1,2 m de alto y 0,7 m de ancho. Debido a que son puertas pequeñas el costo incrementa un 30% en comparación a las puertas convencionales. El costo de dicha puerta es 299.000 Bs por m² y poseen un peso de 9,5 kg por m².

Entonces cada puerta arroja un costo de 251.160 Bs y un peso de 7,98 Kg, se necesitan cuatro puertas, el cual, serian un total de 1.004.640 Bs y un peso de 31,92 Kg.

5.3.10. Sistema eléctrico.

El sistema eléctrico consta de un arnés principal porta cable, cinco (5) cables de diferentes colores de calibre 16", conector (macho, hembra), juego de luces (freno, retroceso y direccional).

Para que esto funcione la señal es proporcionada por el vehículo móvil mediante derivaciones del sistema eléctrico.

5.3.11. Elemento de apoyo al desmontar el remolque del vehículo.

Se determina la necesidad de un elemento de apoyo en la parte delantera del prototipo, para evitar que el remolque se incline hacia adelante una vez desenganchado del vehículo.

Se selecciona del catálogo de carga fácil, un gato giratorio de manivela lateral (ver figura 32), con una carrera de 500 mm y una capacidad de carga de 22268,7N (2270Kg) mucho mayor a la carga total que ejerce la unidad de rescate.



Figura 32. Soporte dispuesto en el remolque

Fuente: Catálogo Carga Fácil (1.992).

5.3.12. Implementos de seguridad.

El remolque cuenta con dos cadenas de seguridad, las cuales van sujetas, al tubo cuadrado donde se encuentra el tiro por la parte de abajo mediante soldadura y los otros dos extremos se sujetan mediante unas abrazaderas a la barra de tiro del vehículo motriz. Las cadenas están colocadas en cruz de tal manera que, si se suelta el remolque, las mismas deben ejercer una tensión similar al prototipo.

Las cadenas de seguridad tendrán unas dimensiones de 3/8" x 35" con un (1) gancho que ira sujetado al vehículo motriz.



Figura 33. Cadena de seguridad.
Fuente: Catálogo Carga Fácil (1.992)

5.4. Realización de un estudio de factibilidad técnico económica del proyecto.

5.4.1. Factibilidad Técnica

En la presente sección del análisis técnico, se buscarán los factores que determinan si la propuesta denominada “Unidad de rescate y salvamento para Empresas Polar, C.A.” cuenta con las características técnicas para poder ser factible. Para ello, se busca dar respuesta de como físicamente la propuesta esta apta para ser implementada. Es así, como se evaluarán las normas venezolanas COVENIN y las leyes de transito reguladas por el Instituto Nacional de Tránsito Terrestre (INTT), expresándolas en dos cuadros comparativos y lista de requisitos, donde se podrán observar si lo planteado por el investigador cumple o no con los estándares nacionales de calidad, seguridad y permisología.

Considerando que el manejo de un vehículo sencillo y el de un remolque son completamente diferentes, se deben cumplir con las normas contempladas en el Código Nacional de Tránsito Terrestre, las cuales están explícitas en la norma 1015 del INTT. Dice la norma que todo remolque de tipo agrícola, deportivo o multipropósito requiere para su libre tránsito por las vías del territorio nacional cumplir con las condiciones expuestas a continuación, las cuales fueron tomadas en cuenta para la elaboración de la propuesta “Unidad de rescate y salvamento para Empresas Polar, C.A.”

- (1) Tener un dispositivo de enganche que ofrezca máxima seguridad (para evitar que el remolque se suelte en un caso extremo) y que esté acompañado por un sistema auxiliar (cadenas, guayas, etc.) que reduzca el riesgo de accidentes si el primer sistema llegara a fallar.
- (2) Poseer luces que permitan a los vehículos que le preceden ver con facilidad el curso o la acción que el vehículo que arrastra el remolque va a tomar (luz de cocuyo, luz de freno y direccionales). La idea es que las luces del remolque se accionen simultáneamente con el sistema de luces del vehículo de tracción.
- (3) Este tipo de remolques no podrán superar una longitud total -incluido el vehículo de tracción- de 12,6 metros. El ancho debe ser de máximo 2,6 metros y la altura debe ser inferior a 4,2 metros.
- (4) Solicitar el debido Matriculado para el tráiler.
- (5) Contar con una póliza de seguro de responsabilidad civil vigente, con la debida extensión al tráiler, emitida por la empresa aseguradora inscrita y autorizada ante la superintendencia nacional de seguros.

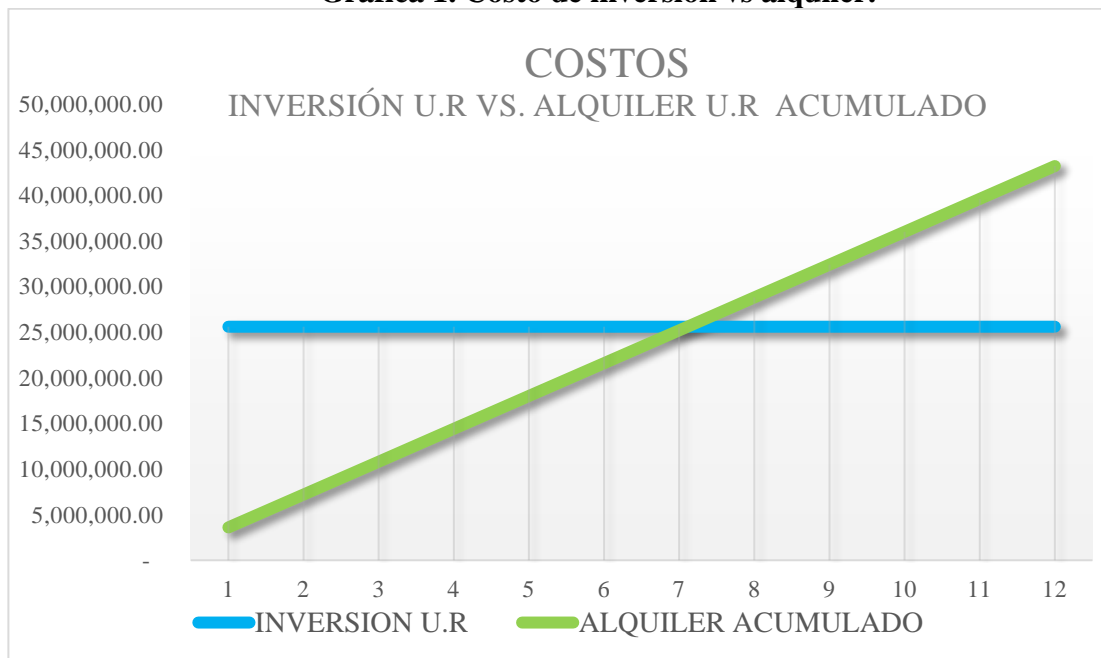
5.4.2. Factibilidad Económica

Para poder evaluar los aspectos económicos y financieros de la propuesta planteada en la presente investigación, se llevaron a cabo los cálculos que permitieron conocer el monto, expresado en bolívares, de cada uno de los elementos a tomar en cuenta para la fabricación y equipamiento de la unidad de rescate, expresados en tablas en el apéndice M y N, pág. 91 y 92.

Luego de conocer el monto total de la inversión a realizar por la empresa, se procedió a comparar dicho costo de la construcción de esta unidad con el gasto actual que cuenta Empresas Polar, C.A. por el alquiler de la ambulancia, expresando resultados en el gráfico N° 1, para así evaluar la rentabilidad del proyecto y el panorama futuro del mismo. Es importante resaltar, que el monto de la inversión está comprendido por costo de fabricación, equipamiento y dos meses de alquiler de la ambulancia, los cuales representa los dos meses de fabricación de la unidad de rescate.

En la Gráfica N°1 se observa como el costo de la inversión de la unidad de rescate es un costo único en el mes 01, a comparación del costo de seguir alquilando una ambulancia la cual es un costo fijo mensual y se expresa de manera acumulativa, quedando así un punto de equilibrio entre el mes 07 y 08. Esto quiere hacer referencia a la inversión de la fabricación y equipamiento de la unidad de rescate equivale a 8 meses de alquiler de la unidad actual, lo que demuestra que luego del mes 8 hasta el mes 12, Empresas Polar se estará ahorrando Bs. 17.604.789,68, lo equivalente a 5 meses de alquiler actual, lo que convierte la propuesta en factible económicamente.

Gráfica 1. Costo de inversión vs alquiler.



Fuente: Propia (2.017).

5.5. Presentar manual de operaciones y mantenimiento para la unidad de rescate y salvamento.

5.5.1. Manual de operaciones.

Antes de la utilización del remolque, es necesario leer y tener conocimiento de cómo se debe operar de manera segura. Una buena manipulación de la unidad garantiza la seguridad tanto del operario como a las personas cercanas a la unidad.

El remolque está previsto para el transporte de equipos de primeros auxilios (camillas, pico, palas, etc.) dentro del rango del peso admisible y en combinación con un vehículo.

Para que esto se proceda a nombrar y enumerar lo pasas a seguir para cada operación del remolque:

5.5.1.1. Operación de enganche.

- La operación de enganche se tiene que hacer en un lugar seguro y bien iluminado.
- El suelo tiene que ser firme, llano y tener suficiente capacidad de carga.
- Antes de enganchar o desenganchar el remolque, asegure el vehículo para que no ruede.

(i) Enganchar el remolque:

- (1) Abra completamente el enganche.
- (2) Enganche el remolque.
- (3) Compruebe si el enganche queda bien asentado.
- (4) Enchufar el conector del remolque en la toma del vehículo.
- (5) Repliegue la rueda jockey.

(ii) Desenganchar el remolque:

- (1) Colocar el freno de mano, para así asegurar que el vehículo no ruede.
- (2) Desplegar la rueda jockey para aliviar la carga del enganche.
- (3) Quitar el conector de la toma.
- (4) Abrir el enganche.
- (5) Pasar el enganche por encima del dispositivo de remolque del vehículo.

5.5.1.2. Conducción.

El conductor debe tomar ciertas precauciones cuando, algunas de ellas son:

- Para todo tipo de remolque, se recomienda una velocidad límite de 80km/h.

- El conductor no debe delegar el enganche del remolque en terceros, sino cerciorarse de que el enganche está bien realizado. La unión del remolque al carro incluye pines de seguridad, socket de luces (para activar luces de stops, direccionales y cocuyos) y cadenas de seguridad.
- Cuando se detenga en un semáforo, vigile que los peatones no se interpongan entre el carro y el remolque. Cuando arranque podría atropellar a alguien.
- Procure que con la carga completa el 60 por ciento del peso de esta vaya adelante del eje del remolque y el 40 por ciento restante detrás de dicho eje. Esta proporción del balance de la carga es posible en el 95 por ciento de los casos. Así evita que se produzca una palanca hacia arriba en el punto de enganche y que por ende el pasador de seguridad tenga propensión a salirse, en caso de que le falte mantenimiento y no esté en buen estado.
- El remolque se debe cargar después de enganchar. Jamás enganche ni desenganche con el 'remolque' cargado.

Antes de ponerse al volante, deberá realizar un control de salida con ayuda de la siguiente lista:

(i) Indicación de conducción.

- Reducir la velocidad en los tramos en descenso para que, en cualquier momento, poder detener el remolque sin dificultad.
- La falta de presión de aire en los neumáticos puede hacer serpentear el remolque. Antes de salir se debe comprobar la presión del aire en ambos neumáticos del remolque.

(ii) **Lista de comprobación antes de salir**

Tabla 14. Lista de comprobación antes de salir

Componente	Control
Enganche de bola	¿Está bien encajado y asegurado?
Cable de seguridad	¿Está pasado por encima del enganche del vehículo?
Freno de mano	¿Está quitado?
Conexión de enchufe	¿Está bien sujeta y asegurada?
Rueda jockey	¿Está levantada y asegurada?
Paredes laterales, tapas, puertas, etc.	¿Están cerradas y asegurados?
Neumáticos	¿Es correcta la presión del aire?
Sistema de alumbrado	¿Está en perfecto estado y funciona?
Carga	¿Está bien distribuido el peso? ¿Está asegurado para que no resbale?

Fuente: Manual para remolques Böckmann (2.012).

5.5.2. Plan de mantenimiento.

Para garantizar el buen funcionamiento y alargar la vida útil de la unidad de rescate y salvamento, es necesario realizar cumplir con el siguiente plan de mantenimiento preventivo.

Semanal:

- Controlar, la presión de los neumáticos (4,5 Bar), si es necesario ajustar.
- Controlar los tornillos de las ruedas y, si es necesario reapriételos.
- Verificar el buen funcionamiento de las luces traseras y los elementos de iluminación, los cuales tienen que estar siempre intactos, libres y limpios, si es necesario, reemplazar.

- Comprobar si están sucias todas las piezas y superficies, de lo contrario límpielas. La suciedad permanente repercute negativamente en la seguridad de conducción y en la conservación del valor.
- Verificar el estado del enganche, si está sucio, limpiarlo.

Bimensual:

- Controlar, y si es necesario, ajustar la presión de aire de los neumáticos, que deben estar en 4,5 Bar
- Verificar, y si es necesario, reponer el estado de los juegos de los cojinetes de las ruedas.
- Verificar el estado de la ballesta, que no presenten corrosión y que estén funcionando de manera correcta.
- Observar el estado del eje, si se encuentra algún daño, y si es necesario, repararlo.
- Revisa la fijación y alineación correcta del eje central y la punta de eje.
- Verificar, el estado de las cadenas de seguridad, si es necesario, sustituirlas.
- Verificar el sistema de cableado de la unidad de rescate, que se encuentren en buen estado, si es necesario, reemplazarlo.

Anual

- Engrasar los puntos de lubricación del enganche (grasa multiuso según DIN 51825 KTA 3K)
- En las juntas y juego de los cojinetes controlar y si es necesario reponer cojinete.
- Observar danos en los neumáticos y envejecimiento del mismo, si es necesario, reemplazarlos.
- Verifica el buen estado de los conectores, cables luces, y si es necesario, reparar.

CONCLUSIONES

Después de haber realizado los estudios pertinentes se logró diagnosticar que, si existe unas necesidades para la unidad de rescate y salvamento cual implica incorporar ciertos equipamientos básicos y la cual debe cumplir con las normas venezolanas de tránsitos terrestre, tal como basar la selección de los elementos del diseño en peso, medidas, y características requeridas por la ley del Instituto Nacional de Tránsito Terrestre.

Por otro lado, en temas de materiales se logró concluir que el tipo de aluminio idóneo para la construcción de la unidad de rescate es el aluminio 6061 T6, aunque su costo es mayor, éste posee mayor resistencia mecánica, brindando mayor grado de confiabilidad al trasladarse.

Así mismo, se generaron distintas propuestas de diseño para cada parte de la unidad de rescate y se estudiaron cada uno de ellos teniendo en cuenta las restricciones y criterio de diseño, llegando a la conclusión, que el chasis más resistente y que garantiza mayor seguridad es el chasis con travesaño, el dispositivo de tracción que brinda mayor grado de libertad y que soporta mayor carga es el tiro triangular con barra central.

A su vez los resultados arrojaron que la mejor opción para el sistema de suspensión es la ballesta debido a que soportan mayores cargas, son más económicas y no siempre tiene que venir acompañado con amortiguadores, las cuales se procedió a calcular el número de hojas para cada ballesta y la longitud de la misma, como también el diámetro necesario para el eje.

Por último, se concluyó que los cauchos Eagle Excellence de la Empresa Goodyear son los que mejor se adapta a la unidad de rescate, ya que son los más económicos y soportan las cargas de diseño.

Se verificó el espesor adecuado de la soldadura TIG mediante la teoría de falla de Tresca arrojando un factor de seguridad de 2,9 cumpliendo con los requisitos.

A su vez, con la ayuda del programa Inventor Professional 2.015 se simuló el comportamiento del eje y del chasis sometido a las cargas de diseño, cumpliendo con los requerimientos de diseño.

Mediante la factibilidad técnica se llegó a la conclusión que los requerimientos que debe poseer la unidad de rescate para circular por las vías del territorio nacional, se rigen mediante las normas INTT, el cual debe estar matriculado, debe poseer luces de traseras, tener una extensión del seguro del vehículo motriz que lo transporta, entre otros.

También se logró concluir mediante la factibilidad económica, que el proyecto planteado es económicamente factible, y presenta beneficios a la empresa ya que logra recuperar su inversión entre el mes siete y ocho del inicio de la aplicación del proyecto, logrando ahorrarle a la empresa en cuatro meses restantes del año, 17.604.789,68 Bs.

Por último, se concretó que para alargar la vida útil de la unidad de rescate y salvamento se debe cumplir con el plan de mantenimiento y con el manual de operaciones propuestos.

RECOMENDACIONES

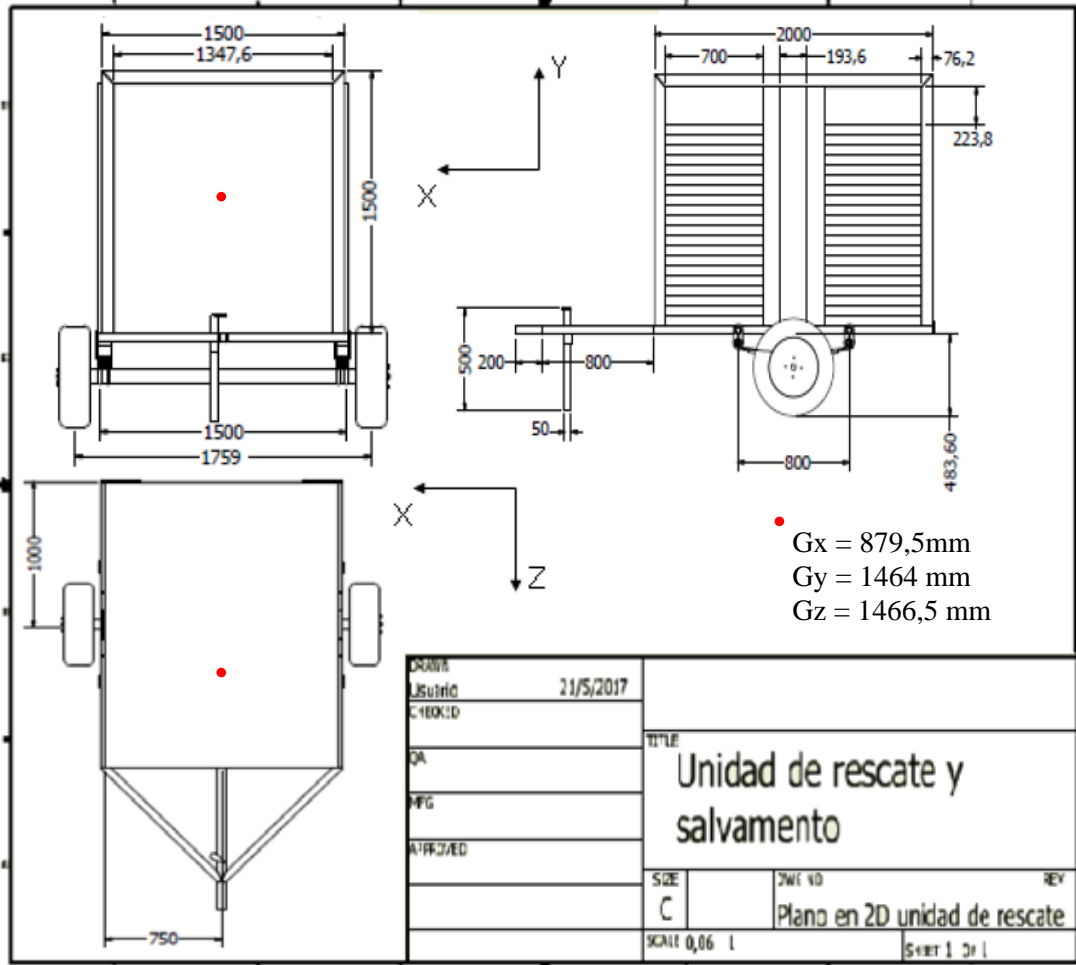
- Se recomienda a la empresa principalmente aplicar la propuesta planteada para mejorar sus servicios de rescate y salvamento optimizando sus recursos.
- Se recomienda trabajar de acuerdo a los parámetros de diseño que se ha establecido, como verificar la carga máxima permitida, velocidades de funcionamiento (80 km/h), verificar el estado de la señalización (luces guías, frenos y retroceso) todo esto con el fin de evitar posibles percances en el tránsito vehicular.
- Revisar periódicamente los elementos que no son de aluminio, como las ballestas, ya que estos al ser un material más pasivo actuara como cátodo.
- Verificar la adecuada alineación de las puntas de eje con la ayuda de algún instrumento de precisión luego de ser soldadas al eje central.
- Instruir a las personas que van a operar la unidad de rescate y salvamento, para así garantizar un uso adecuado del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- Baca, G. (2.010). 6ta Edición. Editorial Mcgraw Hill.
- Balestrini A., M. (2006). (7ª. E) Caracas,
Venezuela: Consultores Asociados.
- Bohórquez, Carlos A. & Cetina, Mauricio S. (2011).
(Informe) Universidad Libre, Bogotá – Colombia.
- Budynas, Richard G. & J. Keith Nisbett (2.008).
Editorial Mcgraw Hill Interamericana S.A.
- Cardona, Jaime R.
(Trabajo de grado) Universidad Austral de Chile.
- Catálogo alacermas (2.010).
- Catálogo ALREYVEN (2.017).
- Catálogo Carga Fácil S.A (1.992). . Guadalajara México.
- Catálogo Gabriel de Venezuela (2.017).
- Catálogo Goodyear (2.017).
- Catálogo Remaches GESIPA (2.017)
- Eugene A. Avallone & Theodore Baumeister III.
Editorial Mcgraw Hill Interamericana S.A.

APÉNDICE

**Apéndice A. Dimensiones principales de la unidad de rescate y salvamento.
(Medidas en mm).**



Fuente: Autodesk Inventor Professional (2.015).

Apéndice B. Cálculo del peso propio de la unidad de rescate.

Elemento	Medidas (mm)	Cantidad	Peso unitario (Kg)	Peso (Kg)
Tubo cuadrado	50,80 x 50,80 x 3,17	15,6 m	1,67508 x m	26,1312
Tubo rectangular	127 x 44,45 x 2,03	7,8476 m	1,843939 x m	14,47
Ángulo de lados iguales	76,2x 76,2 x 6,31	12,6952 m	2,51475 x m	31,9253
Láminas de aluminio 6061	1524 x 3048 x 4,76	4 láminas	36,122276	144,49105
Puertas tipo santa maría	1200 x 700	4 puertas	8,4	33,6
Caucho Eagle Excellence	185/60R14	2 cauchos	13	26
Ballestas	800 x 80 x 12	2 ballestas	10	20
Eje	101 x 1759	1 eje	10	10
Otros			3	13
			TOTAL	319,62

Fuente: Propia (2.017).

El peso propio del remolque es igual a $P_e = 319,62\text{Kg}$, para facilidad de diseño se toma 320 kg.

APÉNDICE C. Unidad de rescate y salvamento



Fuente: Autodesk Inventor Professional (2.015).

APÉNDICE D. Unidad de rescate y salvamento vista lateral.



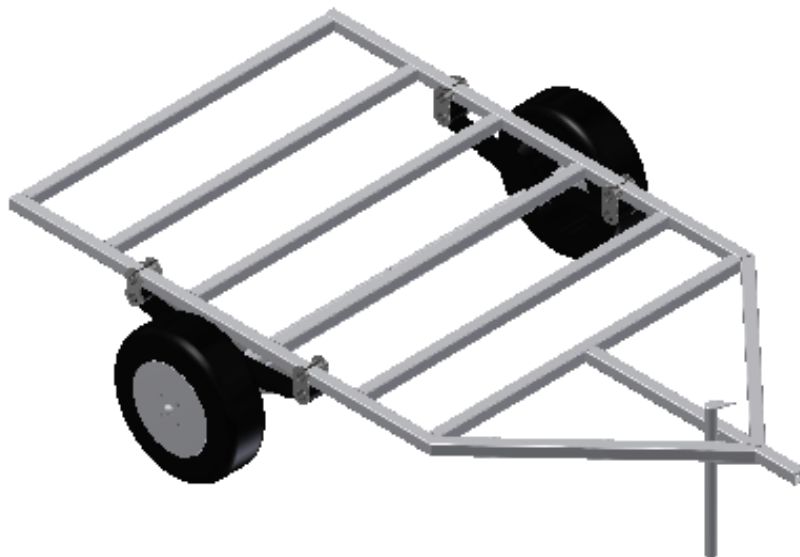
Fuente: Autodesk Inventor Professional (2.015).

APÉNDICE E. Unidad de rescate y salvamento parte de atrás.



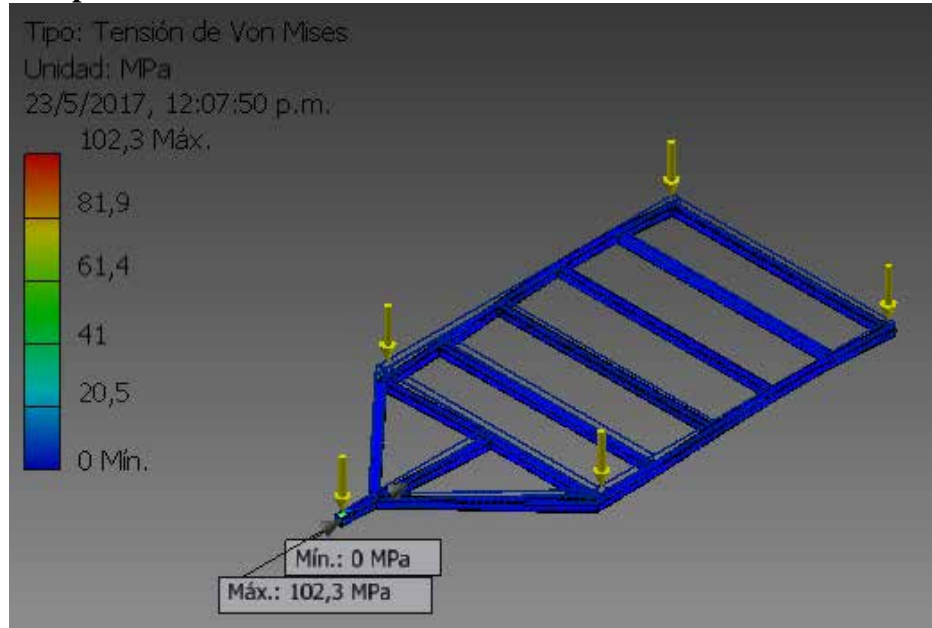
Fuente: Autodesk Inventor Professional (2.015).

APÉNDICE F. Unidad de rescate y salvamento sin estructura.



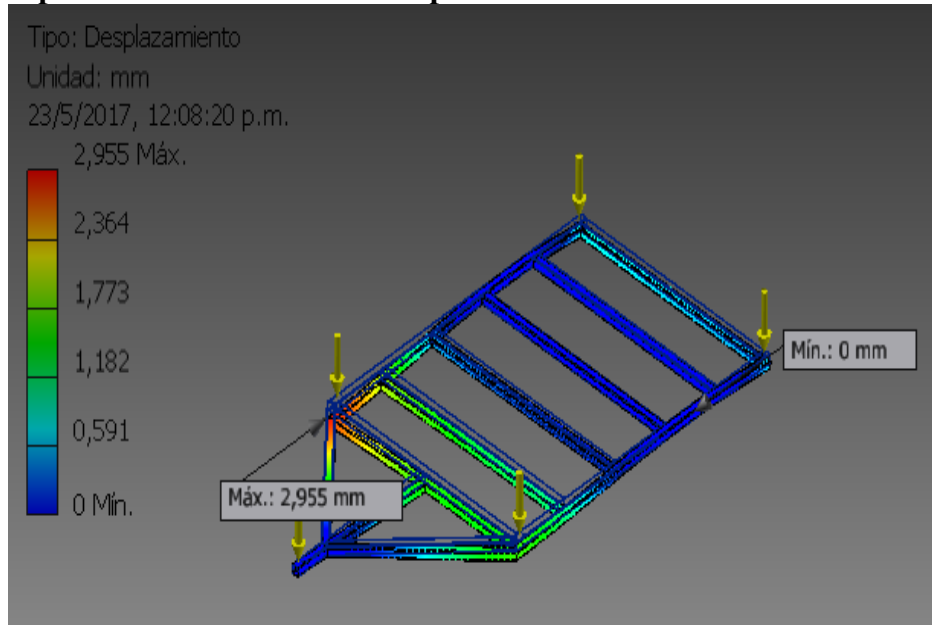
Fuente: Autodesk Inventor Professional (2.015).

Apéndice G. Resultado de Von Mises en simulación del chasis.



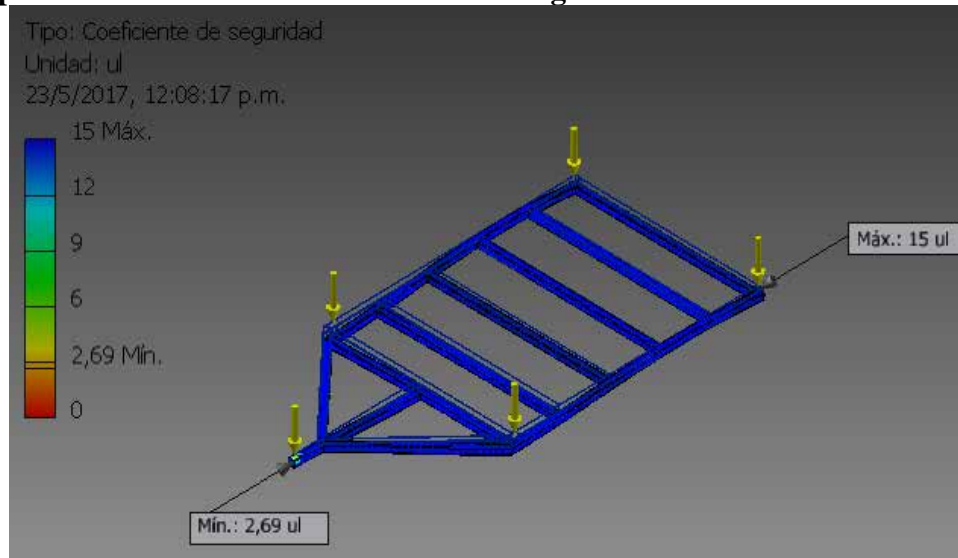
Fuente: Autodesk Inventor Professional (2.015).

Apéndice H. Resultado de desplazamiento en simulación del chasis.



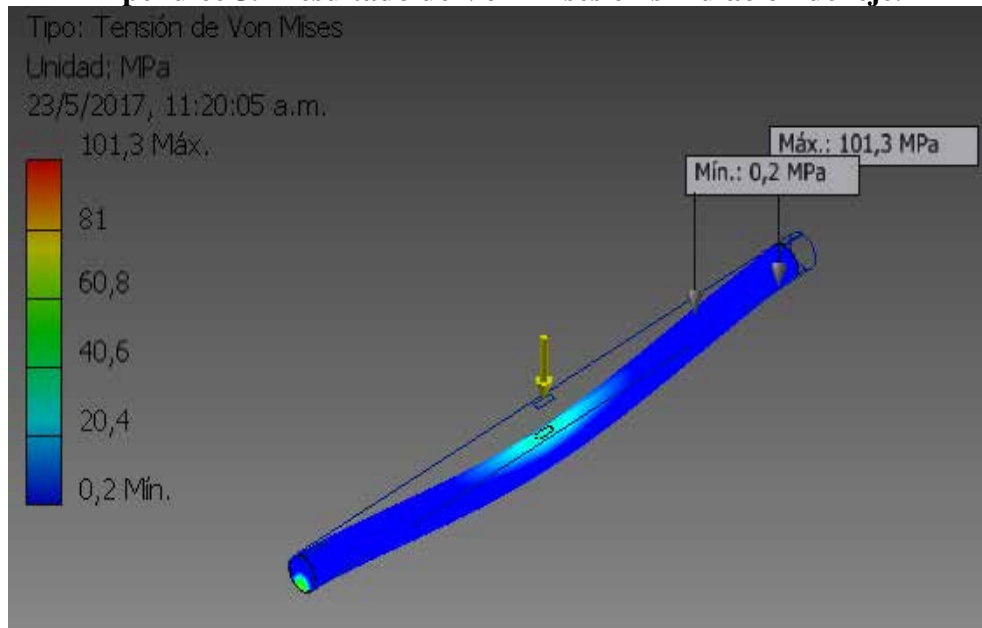
Fuente: Autodesk Inventor Professional (2.015).

Apéndice I. Resultado de coeficiente de seguridad en simulación del chasis.



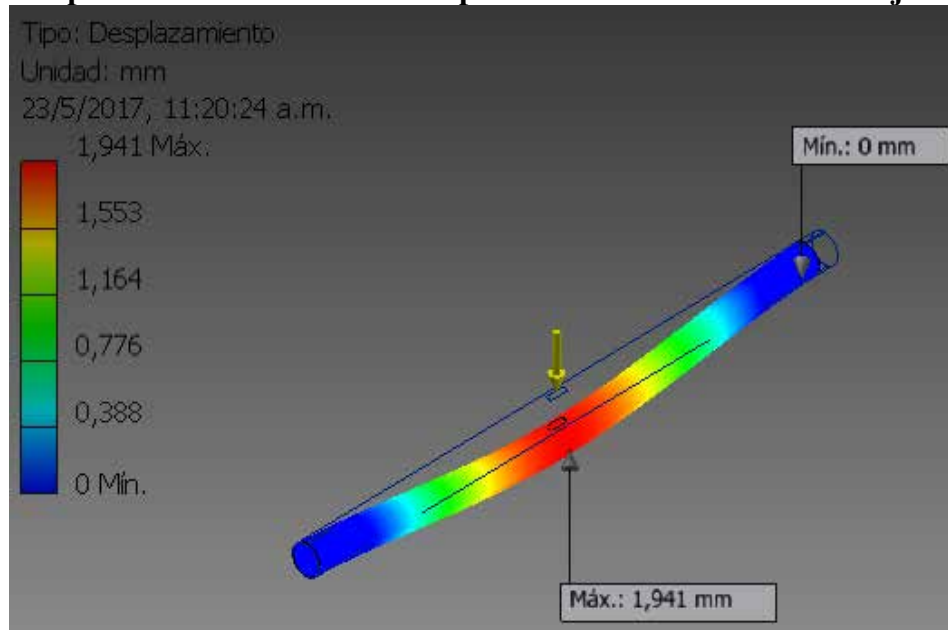
Fuente: Autodesk Inventor Professional (2.015).

Apéndice J. Resultado de Von Mises en simulación del eje.



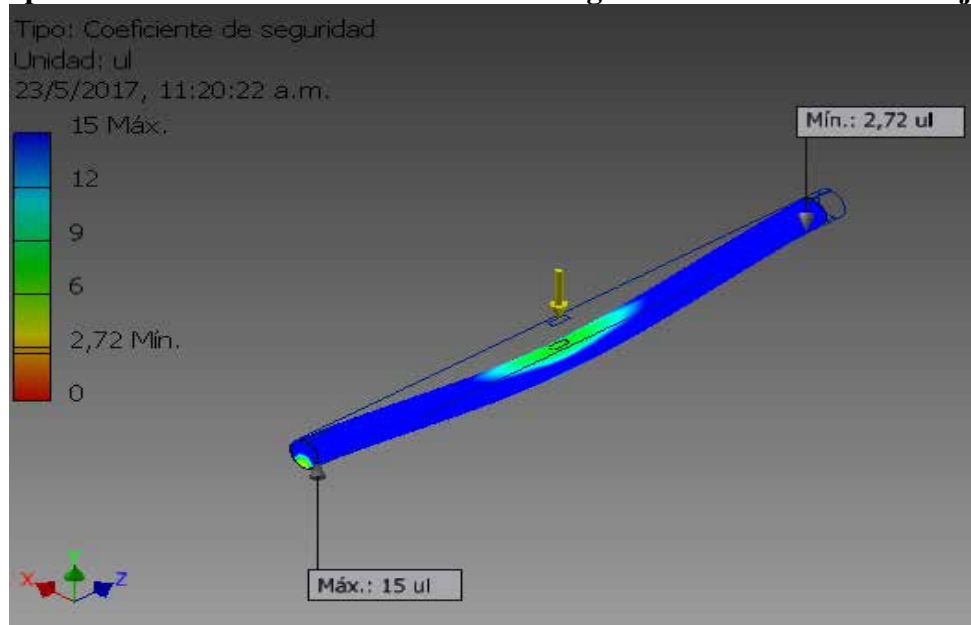
Fuente: Autodesk Inventor Professional (2.015).

Apéndice K. Resultado de desplazamiento en simulación del eje.



Fuente: Autodesk Inventor Professional (2.015).

Apéndice L. Resultado de coeficiente de seguridad en simulación del eje.



Fuente: Autodesk Inventor Professional (2.015).

Apéndice M. Inversión costo de fabricación.

MATERIALES PARA LA UNIDAD DE RESCATE					
PIEZA	CARACTERÍSTICAS (mm)	CANTIDAD (pza)	COSTO UNITARIO (POR Kg/pza) (Bs)	PESO (kg/pza)	COSTO (Bs)
TUBO CUADRADO	50,80 x 50,80 x 3,17	3	9.000,00	10,218	275.886,00
TUBO RECTANGULAR	127 x 44,45 x 2,03	3	9.000,00	11,248	303.696,00
ÁNGULOS DE LADOS IGUALES	76,2x 76,2 x 6,31	1	9.000,00	15,340	138.060,00
LAMINA DE ALUMINIO	1524 x 3048 x 4,76	4	9.000,00	60,000	2.160.000,00
EJE	101 x 6100	1	9.000,00	21,990	197.910,00
PUERTAS	1200 x 700	4	251.160,00	-	1.004.640,00
CAUCHO EAGLE EXCELLENCE	185/60R14	2	117.709,16	-	235.418,32
RIN	14"	2	110.000,00	-	220.000,00
PUNTA DE EJE	PEGEOUT	2	180.000,00	-	360.000,00
BALLESTAS	GABRIEL	2	300.000,00	-	600.000,00
ENGANCHE	1-7/8"	1	240.000,00	-	240.000,00
SOLDADURA	TIG	1	5.000.000,00	-	5.000.000,00
REMACHES	BOLSA 500	5	25.000,00	-	125.000,00
COMBO DE LUCES TRASERAS	LUCES TRACERAS	2	20.000,00	-	40.000,00
ROLLO DE CABLES CALIBRE 18	30000	3	12.500,00	-	37.500,00
MANO DE OBRA		1	1.000.000,00	-	1.000.000,00
			TOTAL		11.938.110,32

Fuente: Propia (2.017).

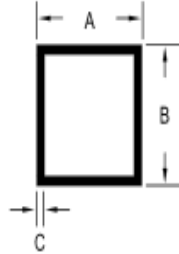
Apéndice N. Inversión costo de equipamiento.

EQUIPAMIENTO DE LA UNIDAD DE RESCATE				
MATERIAL	CANTIDAD (PZA)	PESO (kg)	PRECIO UND (Bs)	PRECIO TOTAL
CASC OS	2	1,5	90.000,00	180.000,00
CUERDAS 7mm x 200m	1	15	50.000,00	50.000,00
MANTA APAGAFUEGO 150cm x 180cm	2	12	300.000,00	600.000,00
PICO Y PALA METÁLICA	1	25	130.000,00	130.000,00
BARRA HALLIGAN 30"	1	12	930.000,00	930.000,00
HACHA	1	10	120.000,00	120.000,00
TRÍPODE PARA RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS	1	27	1.282.500,00	1.282.500,00
TABLA ESPINO DORSAL	2	6	120.000,00	240.000,00
MOSQUETONES TIPO 8	10	7	10.000,00	100.000,00
MOSQUETONES GRANDES DE SEGURIDAD DE CIERRE RÁPIDO	10	10	15.000,00	150.000,00
ARNÉS INTEGRAL	5	3,5	350.000,00	1.750.000,00
TRAJE DE APICULTOR	1	5	253.000,00	253.000,00
GUANTES DE CARNAZA (PAR)	2	0,7	5.000,00	10.000,00
CHALECO DE PLÁSTICO CON REFLECTORES	4	0,8	3.000,00	12.000,00
RECIPIENTE DE AGUA POTABLE	2	40	6.500,00	13.000,00
RECIPIENTE DE GASOLINA 20LTS	2	40	1.000,00	2.000,00
BOMBONA DE OXIGENO 3.100LTS	2	40	250.000,00	500.000,00
EQUIPO DE RESUCITACIÓN	1	2	70.000,00	70.000,00
BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS	1	14	64.600,00	64600
TOTAL, KG		271,5	TOTAL, BS	6.457.100,00

Fuente: Propia (2.017).

ANEXOS

Anexo A. Perfil tubo cuadrados.

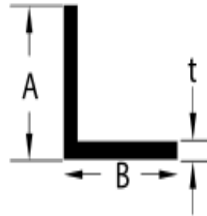


TABLA

TROQUEL No.	DIMENSIÓN A		DIMENSIÓN B		ESP. PARED C		FACTOR	PESO KG/ML	PESO KG/PZA 6.100 Mts.	DIA. CIRC. PULG.
	PULG	M.M	PULG	M.M	PULG	M.M				
B1570A	1/2	12.70	1/2	12.70	.062	1.57	27	.190	1.159	.700
B05454	.708	17.98	.708	17.98	.040	1.02	43	.187	1.141	1.001
B03799	3/4	19.05	3/4	19.05	.050	1.27	34	.245	1.495	1.061
B04746	3/4	19.05	3/4	19.05	.062	1.57	27	.299	1.861	1.061
B00164	3/4	19.05	3/4	19.05	.072	1.83	24	.341	2.080	1.061
B06610	3/4	19.05	3/4	19.05	.090	2.29	19	.416	2.538	1.061
B06191	1	25.40	1	25.40	.047	1.19	36	.314	1.915	1.414
B04669	1	25.40	1	25.40	.062	1.57	27	.408	2.544	1.414
B06609	1	25.40	1	25.40	.092	2.34	18	.584	3.562	1.414
B00165	1	25.40	1	25.40	.072	1.83	24	.467	2.849	1.400
B04635	1	25.40	1	25.40	.125	3.18	14	.766	4.673	1.415
B00599	1 1/4	31.75	1 1/4	31.75	.072	1.83	24	.594	3.623	1.800
B06192	1 1/2	38.10	1 1/2	38.10	.047	1.19	36	.478	2.916	2.121
B04668	1 1/2	38.10	1 1/2	38.10	.060	1.52	28	.606	3.770	2.300
B00166	1 1/2	38.10	1 1/2	38.10	.072	1.83	24	.719	4.386	2.150
B00127	1 3/4	44.45	1 3/4	44.45	.072	1.83	24	.847	5.155	2.475
B06193	2	50.80	2	50.80	.047	1.19	36	.643	3.922	2.828
B00388	2	50.80	2	50.80	.062	1.57	27	.842	5.136	2.830
B04744	2	50.80	2	50.80	.093	2.36	18	1.241	7.723	2.830
B04679	2	50.80	2	50.80	.104	2.64	16	1.409	8.595	2.830
B00436	2	50.80	2	50.80	.120	3.05	14	1.579	9.632	2.830
B04745	2	50.80	2	50.80	.125	3.17	13	1.675	10.218	2.830
B05490	3	76.20	3	76.20	.087	2.21	20	1.774	10.815	4.250
B05631	3	76.20	3	76.20	.125	3.17	14	2.515	15.342	4.243
B05726	4	101.60	4	101.60	.125	3.17	14	3.391	20.685	5.657
B01248	4.200	106.68	4.200	106.68	.120	3.05	14	3.425	19.880	5.965
B05557	4.200	106.68	4.200	106.68	.197	5.00	9	5.519	33.666	5.940

Fuente: Catalogo ALREYVEN, C.A. (2.017).

Anexo B. Perfil de ángulos de lados iguales.

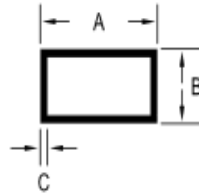


TABLA

TROQUEL No.	DIMENSIÓN A		DIMENSIÓN B		ESP. PARED t		FACTOR	PESO KG/ML	PESO KG/PZA 6.100 Mts.	DIA. CIRC. PULG.
	PULG	M.M	PULG	M.M	PULG	M.M				
A06166	15/32	11.91	15/32	11.91	.035	0.89	49	.057	.348	.663
A00633	1/2	12.70	1/2	12.70	1/16	1.58	29	.103	.622	.707
A00204	1/2	12.70	1/2	12.70	1/8	3.17	19	.190	1.159	.707
A05455	3/4	19.05	3/4	19.05	.047	1.19	38	.119	.726	1.061
A00927	3/4	19.05	3/4	19.05	1/16	1.58	29	.156	.950	1.061
A00598	3/4	19.05	3/4	19.05	3/32	2.38	19	.229	1.403	1.061
A04666	1	25.40	1	25.40	.050	1.27	35	.171	1.074	1.5414
A00759	1	25.40	1	25.40	.059	1.50	29	.199	1.220	1.4399
A04897	1	25.40	1	25.40	.062	1.57	28	.216	1.318	1.414
A01573	1	25.40	1	25.40	.091	2.30	20	.301	1.855	1.414
A04665	1	25.40	1	25.40	.115	2.92	16	.379	2.361	1.414
A00408	1	25.40	1	25.40	1/8	3.17	14	.410	2.500	1.414
A06078	1	25.40	1	25.40	3/16	4.76	10	.595	3.630	1.414
A01610	1 1/4	31.75	1 1/4	31.75	3/32	2.38	19	.396	2.415	1.768
A00548	1 1/4	31.75	1 1/4	31.75	1/8	3.17	14	.519	3.172	1.768
A06272	1 1/4	31.75	1 1/4	31.75	3/16	4.76	10	.759	4.630	1.770
A00479	1 1/2	38.10	1 1/2	38.10	1/8	3.17	14	.628	3.830	2.121
A00301	1 1/2	38.10	1 1/2	38.10	3/16	4.76	10	.921	5.612	2.121
A01611	1 3/4	44.45	1 3/4	44.45	.197	5.00	9	1.140	6.954	2.475
A00382	2	50.80	2	50.80	1/8	3.17	14	.847	5.167	2.800
A01612	2	50.80	2	50.80	3/16	4.80	9	1.260	7.686	2.830
A00302	2	50.80	2	50.80	1/4	6.35	7	1.641	10.010	2.850
A01613	2 1/2	63.50	2 1/2	63.50	3/16	4.76	9	1.574	9.630	3.536
A00303	2 1/2	63.50	2 1/2	63.50	5/16	7.94	6	2.561	15.640	3.536
A01614	3	76.20	3	76.20	1/4	6.35	7	2.515	15.340	4.243

Fuente: Catalogo ALREYVEN, C.A. (2.017).

Anexo C. Perfil tubos rectangulares.



TABLA

TROQUEL No.	DIMENSIÓN A		DIMENSIÓN B		ESP. PARED C		FACTOR	PESO KG/ML	PESO KG/PZA 6.100 Mts.	DIA. CIRC. PULG.
	PULG	M.M	PULG	M.M	PULG	M.M				
B00200	1	25.40	1/2	12.70	.062	1.57	27	.299	1.824	1.135
B06190	1 1/2	38.10	3/4	19.05	.047	1.19	36	.356	2.172	1.677
B00156	1 1/2	38.10	3/4	19.05	.072	1.83	24	.530	3.233	1.676
B06004	2	50.80	1	25.40	.055	1.40	31	.557	3.398	2.236
B00403	2	50.80	1	25.40	.080	2.03	21	.795	4.850	2.250
B06588	2	50.80	1	25.40	.120	3.05	14	1.158	7.064	2.250
B00202	2	50.80	1 1/2	38.10	.078	1.98	22	.914	5.575	2.500
B00392	2	50.80	1 3/4	44.45	.080	2.03	21	1.004	6.125	2.650
*B04368	2 3/4	69.85	3/4	19.05	.062	1.57	27	.756	4.721	2.840
B06907	2.992	76.00	.984	25.00	.047	1.20	36	.640	3.904	3.148
*B02732	3	76.20	3/4	19.05	.079	2.01	22	.966	5.893	3.032
B00203	3	76.20	1	25.40	.078	1.98	22	1.051	6.405	3.162
B00385	3	76.20	1	25.40	.120	3.05	14	1.579	9.638	3.162
B03472	3	76.20	1 1/4	31.75	.062	1.57	27	.903	5.508	3.225
B06510	3	76.20	1 3/4	44.45	.055	1.40	31	.892	5.441	3.500
B00384	3	76.20	1 3/4	44.45	.080	2.03	21	1.284	7.835	3.475
B00376	3	76.20	1 3/4	44.45	.125	3.17	14	1.969	12.010	3.475
*B03256	3	76.20	1 1/4	31.75	.125	3.17	14	1.702	10.382	3.150
B05452	3	76.20	1 1/2	38.10	.055	1.40	31	.845	5.155	3.360
B05451	3	76.20	1	25.40	.055	1.40	31	.748	4.563	3.170
B06404	3 1/4	82.55	1	25.40	.043	1.10	39	.632	3.855	3.400
B06087	3 1/4	82.55	1	25.40	.047	1.19	36	.684	4.172	3.400
B00387	4	101.60	1	25.40	.080	2.03	21	1.354	8.265	4.123
B00386	4	101.60	1	25.40	.120	3.05	14	1.998	12.194	4.123
B03655	4	101.60	1 1/4	31.75	.078	1.98	22	1.391	8.485	4.200
B00389	4	101.60	1 3/4	44.45	.080	2.03	21	1.564	9.545	4.366
B00300	4	101.60	1 3/4	44.45	.094	2.39	18	1.826	11.163	4.366
B06901	4.016	102.00	1.772	45.00	.066	1.67	26	1.301	7.936	4.389
B03431	4 1/2	114.30	1 3/4	44.45	.125	3.17	14	2.625	16.012	4.800
B00435	5	127.00	1	25.40	.120	3.05	14	2.418	14.750	5.100
B2503A	5	127.00	1 3/4	44.45	.080	2.03	21	1.844	11.248	5.300
B01571	5	127.00	1 3/4	44.45	.120	3.20	14	2.884	17.485	5.297

Fuente: Catalogo ALREYVEN, C.A. (2.017).

Anexo D. Constantes para el cálculo de la resistencia a la rodadura.

Terrain	Moisture Content (%)	n	k_r		k_ϕ		c		ϕ
			lb/in. ⁿ⁺¹	kN/m ⁿ⁺¹	lb/in. ⁿ⁺²	kN/m ⁿ⁺²	lb/in. ²	kPa	
Dry Sand (Land Locomotion Lab., LLL)	0	1.1	0.1	0.95	3.9	1528.43	0.15	1.04	28°
Sandy Loam (LLL)	15	0.7	2.3	5.27	16.8	1515.04	0.25	1.72	29°
	22	0.2	7	2.56	3	43.12	0.2	1.38	38°
Sandy Loam Michigan (Strong, Buchele)	11	0.9	11	52.53	6	1127.97	0.7	4.83	20°
	23	0.4	15	11.42	27	808.96	1.4	9.65	35°
Sandy Loam (Hanamoto)	26	0.3	5.3	2.79	6.8	141.11	2.0	13.79	22°
	32	0.5	0.7	0.77	1.2	51.91	0.75	5.17	11°
Clayey soil (Thailand)	38	0.5	12	13.19	16	692.15	0.6	4.14	13°
	55	0.7	7	16.03	14	1262.53	0.3	2.07	10°
Heavy Clay (Waterways Experiment Stn., WES)	25	0.13	45	12.70	140	1555.95	10	68.95	34°
	40	0.11	7	1.84	10	103.27	3	20.69	6°
Lean Clay (WES)	22	0.2	45	16.43	120	1724.69	10	68.95	20°
	32	0.15	5	1.52	10	119.61	2	13.79	11°
Snow (Harrison)	1.6	0.07	4.37	4.37	0.08	196.72	0.15	1.03	19.7°
	1.6	0.04	2.49	2.49	0.10	245.90	0.09	0.62	23.2°

Fuente: Wong, J. Y: Theory of ground vehicles, New York (1978).

Anexo E. Características del neumático.

Medida	Índice de carga y velocidad	Rim recomendado (pulgadas)	Rim aprobado (pulgadas)	Ancho de sección (mm)	Diámetro total (mm)	Carga máxima (kg)
185/60R14	82H	5.5	5.0 - 6.5	189	578	475
195/60R15	88V	6.0	5.5 - 7.0	201	615	560
195/65R15	85V	6.0	5.5 - 7.0	201	635	515
205/55R16	90V	6.5	5.5 - 7.5	214	632	600
205/60R15	91V	6.0	5.5 - 7.5	209	615	615
205/65R15	94H	6.0	5.5 - 7.5	221	670	670
215/60R17	96H	6.5	6.0 - 7.5	221	690	710

Anexo F. Propiedades mecánicas de algunos aceros al carbono.

Datos de varias fuentes. * Valores aproximados. Consulte a los fabricantes de los materiales para información más precisa.

Numero SAE/AISI	Estado	Limite elástico a la tensión (convencional al 2%)		Resistencia máxima a la tensión		Elongación en 2 in %	Dureza Brinell
		kpsi	MPa	kpsi	MPa		
1010	laminado en caliente	26	179	47	324	28	95
	laminado en frío	44	303	53	365	20	105
1020	laminado en caliente	30	207	55	379	25	111
	laminado en frío	57	393	68	469	15	131
1030	laminado en caliente	38	259	68	469	20	137
	normalizado @ 1 650°F	50	345	75	517	32	149
	laminado en caliente	64	441	76	524	12	149
	templado y revenido @ 1 000°F	75	517	97	669	28	255
	templado y revenido @ 800°F	84	579	106	731	23	302
	templado y revenido @ 400°F	94	648	123	848	17	495
1035	laminado en caliente	40	276	72	496	18	143
	laminado en frío	67	462	80	552	12	163
1040	laminado en caliente	42	290	76	524	18	149
	normalizado @ 1 650°F	54	372	86	593	28	170
	laminado en frío	71	490	85	585	12	170
	templado y revenido @ 1 200°F	63	434	92	634	29	192
	templado y revenido @ 800°F	80	552	110	758	21	241
	templado y revenido @ 400°F	86	593	113	779	19	262
1045	laminado en caliente	49	340	82	565	16	153
	laminado en frío	77	531	91	627	12	179

Fuente: Danilo Tassoni (2.007).

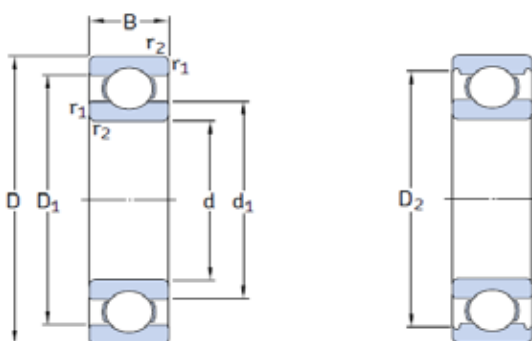
Anexo G. Factores de superficie para diversos acabados en acero.

Acabado superficial	MPa		kPsi	
	A	b	A	b
Reconocido	1,36	0,085	1,24	0,085
Maquinado o estirado en frío	4,51	-0,265	2,7	-0,265
Laminado en caliente	57,7	-0,718	14,4	-0,718
Forjado	272	-0,995	39,9	-0,995

Tabla B-1: Coeficientes para la ecuación del factor superficial $C_s = A[S_u]^b$.

Fuente: Danilo Tassoni (2.007).

Anexo H. Rodamientos tipo bola SKF



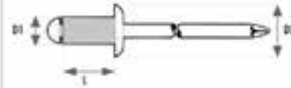
Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit	Speed ratings		Mass	Designation
d	D	B	dynamic C	static C ₀		Reference speed	Limiting speed		
mm			kN		kN	r/min		kg	-
25	37	7	4,36	2,6	0,125	38 000	24 000	0,022	61805
	42	9	7,02	4,3	0,193	36 000	22 000	0,045	61905
	47	8	8,06	4,75	0,212	32 000	20 000	0,06	* 16005
	47	12	11,9	6,55	0,275	32 000	20 000	0,078	* 6005
	52	15	14,8	7,8	0,335	28 000	18 000	0,13	* 6205
	52	15	17,8	9,8	0,4	28 000	18 000	0,12	6205 ETN9
	62	17	23,4	11,6	0,49	24 000	16 000	0,23	* 6305
	62	17	26	13,4	0,57	24 000	16 000	0,22	6305 ETN9
	80	21	35,8	19,3	0,815	20 000	13 000	0,54	6405
	28	58	16	16,8	9,5	0,405	26 000	16 000	0,17
68		18	25,1	13,7	0,585	22 000	14 000	0,3	63/28
30	42	7	4,49	2,9	0,146	32 000	20 000	0,025	61806
	47	9	7,28	4,55	0,212	30 000	19 000	0,049	61906
	55	9	11,9	7,35	0,31	28 000	17 000	0,089	* 16006
	55	13	13,8	8,3	0,355	28 000	17 000	0,12	* 6006
	62	16	20,3	11,2	0,475	24 000	15 000	0,2	* 6206
	62	16	23,4	12,9	0,54	24 000	15 000	0,18	6206 ETN9
	72	19	29,6	16	0,67	20 000	13 000	0,35	* 6306
	72	19	32,5	17,3	0,735	22 000	14 000	0,33	6306 ETN9
	90	23	43,6	23,6	1	18 000	11 000	0,75	6406
	35	47	7	4,36	3,35	0,14	30 000	18 000	0,029
55		10	10,8	7,8	0,325	26 000	16 000	0,08	61907
62		9	13	8,15	0,375	24 000	15 000	0,11	* 16007
62		14	16,8	10,2	0,44	24 000	15 000	0,15	* 6007
72		17	27	15,3	0,655	20 000	13 000	0,29	* 6207
72		17	31,2	17,6	0,75	20 000	13 000	0,26	6207 ETN9
80		21	35,1	19	0,815	19 000	12 000	0,44	* 6307
100		25	55,3	31	1,29	16 000	10 000	0,97	6407

Anexo I. Remaches de aluminio

Aluminio/Acero

STANDARD

Cabeza: AlMg 3
Vástago: acero cincado



Diámetro remache D1	Longitud remache (mm) L	Espesor a remachar (mm)		Código del artículo	Embalaje	
		mínimo	máximo		interior	exterior
4,0 ø taladro 4,1 mm	6	1,5	3,0	6300413	500	10.000
	7	3,0	4,0	6300421	500	10.000
	8	4,0	5,0	6300448	500	10.000
	10	5,0	6,5	6300456	500	10.000
	12	6,5	8,5	6300464	500	5.000
	14	8,5	10,5	6300472	500	5.000
	16	10,5	12,5	6300480	500	5.000
	18	12,5	14,5	6300499 F	500	5.000
	20	14,5	16,5	6300502	500	5.000
4,8 ø taladro 4,9 mm	6	2,0	2,5	6300707	500	10.000
	8	2,5	4,5	6300715	500	10.000
	10	4,5	6,0	6300723	500	10.000
	12	6,0	8,0	6300731	500	10.000
	14	8,0	10,0	6300758	500	10.000
	16	10,0	12,0	6300766	500	10.000
	18	12,0	14,0	6300774	500	10.000
	20	14,0	15,0	6300782	250	2.500
	25	15,0	20,0	6300804	250	2.500
	30	20,0	25,0	6300820	100	2.000
5,0 ø taladro 5,1 mm	6	2,0	2,5	6300901	500	10.000
	8	2,5	4,5	6299245	500	10.000
	10	4,5	6,0	6306691	500	10.000
	12	6,0	8,0	6306713	500	10.000
	14	8,0	10,0	6306741	500	10.000
	16	10,0	12,0	6309232	500	10.000
	18	12,0	14,0	6309233	500	10.000
	20	14,0	15,0	6300987	250	10.000
	25	15,0	20,0	6301002	250	5.000
	30	20,0	25,0	6301029	100	2.000
	35	25,0	30,0	6301045	100	1.000
	40	30,0	35,0	6301061	100	1.000
	45	35,0	40,0	6301096	100	1.000
	50	40,0	45,0	6301126	100	1.000
	55	45,0	48,0	6301142	100	1.000
60	48,0	52,0	6301169	100	1.000	
65	52,0	57,0	6301185	100	1.000	
70	57,0	62,0	6301207	100	1.000	
80	62,0	72,0	6301223	100	1.000	
6,0 ø taladro 6,1 mm	8	2,0	3,0	6301304	250	5.000
	10	3,0	5,0	6301312	250	2.500
	12	5,0	7,0	6301320	250	2.500
	16	7,0	11,0	6301339	250	2.500
	18	11,0	13,0	6301347	250	2.500
	20	13,0	15,0	6301355	250	2.500
	25	15,0	20,0	6301371	200	2.000
	30	20,0	24,0	6301401	200	2.000
	35	24,0	29,0	6301436	100	1.000
	40	29,0	34,0	6301452	100	1.000
	50	34,0	44,0	6301495	100	1.000

Anexo J. Barras redonda.

TROQUEL No.	DIAMETRO D.E		LARGO		FACTOR	PESO KG/ML	PESO KG/PZA 6.100 Mts.	DIA. CIRC. PULG.
	PULG	M.M	PULG	M.M				
A04637	3/16	4.76	240.16	6.100	18	.049	.299	.188
A00460	.205	5.21	240.16	6.100	17	.058	.354	.205
A06458	7/32	5.55	240.16	6.100	16	.065	.397	.219
A00158	1/4	6.35	240.16	6.100	13	.086	.525	.250
A01171	5/16	7.94	240.16	6.100	11	.135	.823	.313
A00157	3/8	9.52	240.16	6.100	9	.192	1.190	.375
A06163	7/16	11.11	240.16	6.100	8	.262	1.598	.438
A00159	1/2	12.70	240.16	6.100	7	.342	2.086	.500
A05688	9/16	14.27	240.16	6.100	6	.434	2.647	.562
A00976	5/8	15.87	240.16	6.100	6	.537	3.276	.625
A00534	3/4	19.05	240.16	6.100	5	.774	4.720	.750
A06104	.768	19.50	240.16	6.100	4	.809	4.935	.768
A6082A	.847	21.51	240.16	6.100	4	.985	6.009	.847
A01605	7/8	22.22	240.16	6.100	4	1.052	6.417	.875
A06101	57/64	22.60	240.16	6.100	4	1.088	6.637	.890
A6102A	.965	24.50	240.16	6.100	4	1.280	7.808	.965
A00859	1	25.40	240.16	6.100	3	1.375	8.387	1.000
A06100	1.016	25.80	240.16	6.100	3	1.418	8.650	1.016
A06103	1.047	26.60	240.16	6.100	3	1.507	9.193	1.047
A06081	1 5/64	27.41	240.16	6.100	3	1.600	9.760	1.079
A05746	1 1/8	28.58	240.16	6.100	3	1.740	10.614	1.125
A06080	1 9/64	29.01	240.16	6.100	3	1.792	10.931	1.142
* A00666	1 1/4	31.75	120.08	3.050	3	2.147	6.550	1.250
* A00669	1 1/2	38.10	120.08	3.050	2	3.092	9.430	1.500
A07082	1 3/4	44.45	240.16	6.100	2	4.177	25.408	1.750
& A01566	2	50.80	39.40	1.000	2	5.498	5.500	2.000
& A01607	2 1/2	63.50	39.40	1.000	1	8.590	8.590	2.500
& A02601	3	76.20	39.40	1.000	1	12.370	12.370	3.000
& A01608	3 1/2	88.90	39.40	1.000	1	16.835	16.835	3.500
& A01609	4	101.60	39.40	1.000	1	21.990	21.990	4.000

Fuente: Catalogo ALREYVEN, C.A. (2.017).