



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN MODELO DE
ASCENSOR MODULAR DE FACIL INSTALACIÓN EN
ZONAS RESIDENCIALES EN VALENCIA ESTADO
CARABOBO**

Autores:

Bufi J. Ángel F.
Delpino P. Eduardo A.

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



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

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN MODELO DE
ASCENSOR MODULAR DE FÁCIL INSTALACIÓN EN
ZONAS RESIDENCIALES EN VALENCIA ESTADO
CARABOBO**

Autores:

Buñi J. Ángel F.

C.I. 24.969.401

Delpino P. Eduardo A.

C.I. 24.472.159

Tutor:

Ing. González Tomás

San Diego, Abril 2021



FI-N-003-2020-3CR (TG)

Valencia, 24 de marzo de 2021

Ciudadanos:
Bufi Jimenez, Angel Fernando.
CI. 24.969.401
Delpino Perez, Eduardo Andre.
CI. 24.472.159
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 04-2021 de fecha 21-01-2021 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN MODELO DE ASCENSOR MODULAR DE FACIL INSTALACIÓN EN ZONAS RESIDENCIALES EN VALENCIA ESTADO CARABOBO** presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Mecánico

Se ratifica la designación del Ing. Tomás González C.I: 18.861.190 como Tutor Académico que los asesorara en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.
Decano




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

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Tomás González, portador de la cédula de identidad N° V-18.861.190, en nuestro carácter de tutor del Trabajo de Grado presentado por los ciudadanos Bufi Jiménez Ángel Fernando, portador de la Cédula de Identidad N° V-24.969.401, y Delpino Pérez Eduardo André, portador de la Cédula de Identidad N° V-24.472.159 titulado: **DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN MODELO DE ASCENSOR MODULAR DE FÁCIL INSTALACIÓN EN ZONAS RESIDENCIALES EN VALENCIA ESTADO CARABOBO** presentado como requisito parcial para optar al título de **INGENIERO MECÁNICO** 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, a los 27 días del mes de Abril del año dos mil veintiuno.



Ing. Tomás González.

V-18.861.190

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a Dios por brindarme salud en todo momento, llenarme de bendiciones y guiarme siempre hacia la victoria en todas mis batallas. Por haberme permitido crecer bajo la hermosa familia que tengo y permitirme alcanzar metas únicas en la vida.

A mi Familia, a mis padres Cosme (+) y Belkis, por haberme siempre inculcado valores increíbles, el amor incondicional y las enseñanzas todos los días para ser un hombre de bien y un poder convertirme en profesional. Papa sé que desde allá estas muy Orgulloso de tu hijo. Por el apoyo tanto motivacional como económico y por ser mis pilares principales. A mi hermana Luangel por ser mi ejemplo a seguir, por haberme puesto carácter cuando lo necesite y haberme acompañado en cada instante de la carrera y a mi hermano mayor José Gabriel (+) que aunque físicamente no este, mostrarme que nada es imposible y que con la mayor pasión de hacer lo que te gusta siempre lo alcanzas , los amo

A Yexibel Pirone, por ser mi compañera y mi motivadora, gracias por ese amor tan bonito y puro .Por siempre creer en mí y darme fuerzas para alcanzar mis objetivos en la vida

A los profesores de la Universidad José Antonio Páez, por habernos formado a lo largo de la carrera con sus enseñanzas y su dedicación. En especial a nuestro tutor Tomas Gonzales y a nuestra tutora Alicia de Pizzella, quienes con esmero y dedicación nos ayudaron a realizar este trabajo y pusieron su tiempo a nuestra disposición

Gracias a todos por estar siempre

Angel Bufi

AGRADECIMIENTOS

Agradeciendo a Dios por darme salud, y bendecirme en cada paso que doy, darme una familia que me ha dado amor y atención, y por darme fuerzas en las situaciones más difíciles mi vida.

El agradecimiento a mi familia, a mis padres Eduardo y Martha, por su amor incondicional y paciencia, por brindarme las posibilidades de estudiar la carrera que amo y darme las herramientas para convertirme en un profesional y por sobre todo no perder la fe en mí; a mi hermana Tahlí, por todo su apoyo a lo largo de la vida y por ser mi la consejera de mis momentos de incertidumbre a lo largo de este camino.

A Daniela del Carmen, gracias por tu amor, apoyo incondicional y motivación a lo largo de esta etapa de mi vida.

A nuestros tutores Tomas González y Alicia de Pizzela, quienes con mucha paciencia nos ayudaron a través de la realización de este trabajo, guiándome cuando más lo necesitaba. También a ingenieros y técnicos que ayudaron con la realización de este proyecto.

MUCHISIMAS GRACIAS A TODOS

Eduardo Delpino

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN	xvii
INTRODUCCIÓN	1
 CAPÍTULO	 4
I EL PROBLEMA	4
1.1 Planteamiento del Problema.....	6
1.2 Formulación del Problema.....	6
1.3 Objetivos de la investigación.....	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
1.4 Justificación.....	8
 II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	10
2.2 Bases Teóricas.....	11
2.2.1 Ascensor.....	11
2.2.1.1 Clasificación de los Ascensores.....	12
2.2.2 Esfuerzo simple o normal.....	13
2.2.3 Esfuerzo cortante.....	14
2.2.4 Esfuerzo de contacto.....	15
2.2.5 Diagrama esfuerzo-deformación.....	19
2.2.6 Trabajo.....	19
2.2.7 Esfuerzo de trabajo y factor de seguridad.....	20

2.2.8 Torsión.....	21
2.2.9 Energía de deformación.....	21
2.2.10 Teorema de Castigliano.....	22
2.2.11 Formula de Euler para columnas.....	23
2.2.12 Potencia.....	24
2.2.13 Choque e Impacto.....	26
2.2.14 Teoría de la energía de distorsión para materiales dúctiles...	27
2.2.14.1 Von Mises- Hencky.....	27
2.2.15 Fatiga en metales.....	28
2.2.15.1 Método del esfuerzo-vida.....	29
2.2.16 Diseño de uniones no permanentes.....	31
2.2.16.1 Tornillos de unión.....	34
2.2.16.2 Soportes atornillados	35
2.2.16.3 Mecánica de los tornillos de potencia	36
2.2.16.4 Sujetadores roscados.....	39
2.2.16.5 Rigidez del sujetador.....	40
2.2.16.6 Carga por fatiga a uniones a tensión.....	41
2.2.16.7 Remaches.....	43
2.2.17 Soldadura	44
2.2.17.1 Tipos de soldadura.....	48
2.2.18 Consideraciones para uniones Soldadas	49
2.2.19 Resortes.....	51
2.2.20 Amortiguadores	52
2.2.20.1 Tipos de Amortiguadores.....	53
2.2.21 Cojinetes.....	54
2.2.22 Frenos	56
2.2.23 Relación de Transmisión.....	57
2.2.24 Correas	60

2.2.25 Poleas	61
2.2.26 PLC	63
2.2.27 Diseño Mecánico.....	63
2.2.28 Software de Diseño	63
2.2.29 Software CAD	63
2.2.30 AutoCAD	64
2.2.31 Software CAE	64
2.2.32 SolidWorks	65
2.2.33 Autodesk Inventor	65
2.3 Bases legales.....	66
2.4 Definición de términos.....	66
III MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo de Investigación.....	68
3.2 Diseño de la Investigación.....	69
3.3 Nivel de Investigación.....	70
3.4 Población y Muestra.....	71
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	72
3.6 Fases del Proyecto.....	73
IV RESULTADO	
4.1. Diagnóstico de la Situación Actual de la Población del Conjunto.....	76
4.2. Búsqueda de posibles soluciones.....	78
4.2.1 Estudio de la Situación Problemática.....	78
4.2.2 Alternativas para la Formulación.....	80
4.2.3 Especificación del Sistema a Diseñar.....	81
4.2.4 Búsqueda de Soluciones	82

4.2.5 Selección de la mejor solución	87
4.3 Cálculo y Dimensionamiento de Partes Críticas.....	91
4.3.1 Cabina.....	91
4.3.1.1 Cálculo y Diseño de Caja	91
4.3.1.2 Cálculo de Bastidor de Cabina.....	104
4.3.2 Tipo de Arreglo.....	115
4.3.3 Contrapeso.....	116
4.3.3.1 Calculo del Bastidor del Contrapeso.....	116
4.3.4 Guayas de Suspensión	127
4.3.5 Motor.....	128
4.3.6 Guías de Cabina y contrapeso	130
4.3.7 Accesorios y Dispositivos de Seguridad	134
4.3.8 Estructura autoportante	141
4.4 Determinar la Factibilidad Operativa y Económica del Modelo del Ascensor.....	145
4.4.1. Factibilidad Económica	146
4.4.2. Factibilidad Técnica	147
CONCLUSIONES	149
RECOMENDACIONES	150
REFERENCIAS	151
APÉNDICES	154
ANEXOS	163

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA		Pág.
1	Ejemplo gráfico de esfuerzo de tracción y compresión.....	13
2	Ejemplo gráfico de esfuerzo de corte.....	14

3	Ejemplo gráfico de esfuerzo de contacto.....	15
4	Diagrama esfuerzo – deformación.....	16
5	Diagrama esfuerzo – deformación (zonas y regiones).....	17
6	Diagrama esfuerzo – deformación.....	18
7	Barra sometida a torsión.....	20
8	Distintas disposiciones de columnas esbeltas.....	22
9	Curva de Euler.....	23
10	Ejemplo grafico de impacto.....	25
11	Elemento con esfuerzos triaxiales.....	26
12	Diagrama de fatiga.....	29
13	Tipos de tornillos.....	30
14	Medios de unión no permanente.....	31
15	Tensiones presentes en una unión no permanente sujeta por un perno con apriete inicial.....	32
16	Unión no permanente sujeta por un perno, sometida a la acción de una carga P de corte.....	33
17	Unión no permanente sujeta por un perno, sometida a la acción de una carga P de corte.....	34
18	Gato de tornillo sinfín Joyce.....	35
19	Parte de un tornillo de potencia.....	36
20	Diagramas de fuerza de tornillo de potencia.....	36
21	Dimensiones de tornillos de cabeza hexagonal común y pesada	38
22	Vista en sección de un recipiente a presión cilíndrico hexagonal.....	40
23	Factores de concentración del esfuerzo de fatiga K_f de elementos roscados.....	41
24	Resistencias a la fatiga completamente corregidas de	

	pernos y tornillos con roscas laminadas.....	42
25	Realización del proceso de remachado.....	42
26	Forma típica de los remaches.....	43
27	Vista en sección de un recipiente a presión cilíndrico hexagonal.....	44
28	Soldaduras a tope, sometidas a tracción o compresión.....	45
29	Soldadura a tope, de dos láminas de distinto espesor, sometidas a tracción.....	46
30	Soldaduras a tope, con bisel, sometida a corte.....	47
31	Soldaduras en ángulo, sometida a tracción.....	47
32	Resorte helicoidal a compresión.....	50
33	Amortiguadores de ascensores.....	51
34	Parte de un cojinete de bolas.....	54
35	Nomenclatura de un freno.....	55
36	Tipos de correas	58
37	Representación de Sistema de Referencia y Sistema a Diseñar de probable solución No.1.....	81
38	Representación de sistema de referencia y sistema a diseñar de probable solución No.2.....	82
39	Representación de Sistema de Referencia y Sistema a Diseñar de probable solución No.3.....	83
40	Representación de sistema de referencia y sistema a diseñar de probable solución No.4.....	84
41	Representación de Sistema de Referencia y Sistema a diseñar de probable solución No.5.....	85
42	Marco inferior de cabina.....	91
43	Análisis del miembro A.....	93
44	Distribución de cargas de miembro B.....	95

45	Equivalencias de Cargas miembro B.....	95
46	Sistema 1 del miembro B.....	96
47	Sistema de Cargas puntuales en viga apoyada a los extremos (sistema 2).....	96
48	Diseño de Paredes de Cabina.....	99
49	Diseño de Paredes de Cabina.....	99
50	Análisis de Deformación.....	100
51	Análisis de Deformación unitaria.....	100
52	Análisis de esfuerzos.....	101
53	Análisis de esfuerzos.....	102
54	Piezas que conforman al bastidor de cabina.....	102
55	Distribución de cargas en miembro A.....	103
56	Análisis de fuerzas en miembro de bastidor.....	105
57	Marco inferior de cabina.....	107
58	Fuerzas en el miembro D a tensión.....	109
59	Soldadura en perfil UPN de bastidor de cabina.....	110
60	Soldadura en perfil UPN de bastidor de cabina.....	111
61	Arreglo de suspensión de Ascensor.....	113
62	Bastidor de	114
63	contrapeso.....	115
64	Bastidor de Contrapeso.....	117
65	Bastidor de contrapeso.....	119
66	Dimensiones de Bloque de contrapeso.....	120
67	Bloque de concreto del contrapeso.....	121
68	Bastidor de contrapeso.....	121
69	Bastidor de Contrapeso.....	122
70	Soldadura en Perfil UPN de Bastidor de Cabina.....	124
71	Análisis de Von Misses del contrapeso.....	124

72	Análisis de Deflexión del contrapeso.....	125
73	Soldadura en Perfil UPN de bastidor de cabina.....	128
74	Esquema de Distribución de Fuerzas de Cabina	
	Esfuerzos de frenado sobre las guías al accionarse el	130
75	paracaídas.....	132
76	Zapata modelo NV25S-H002.....	133
77	Soldadura en perfil UPN de bastidor de cabina.....	
	Limitador de Velocidad marca NOVA modelo NV52-	134
78	187.....	
	Paracaídas marca NOVA modelo NV51-	134
79	388.....	135
80	Disposición de Amortiguadores.....	137
81	Polea de Cabina y Contrapeso.....	138
82	Almohadilla de Anti vibración.....	139
83	Estructura Metálica autoportante.....	140
84	Muestra de Conexiones en Perfiles.....	141
85	Análisis de Deflexión en la Estructura Autoportante.....	
	Análisis de Deformación Unitaria en la Estructura	142
86	Autoportante.....	
	Análisis de Esfuerzos(Von Misses) en la Estructura	143
	Autoportante.....	

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		Pág.
1	Identificación de variables fundamentales en la primera formulación.....	79
2	Identificación de variables fundamentales en la segunda	

	formulación.....	79
3	Identificación de variables fundamentales en la tercera formulación.....	80
4	Identificación de variables fundamentales en la cuarta formulación.....	80
5	Identificación de variables fundamentales en la quinta formulación.....	80
6	Identificación de Restricciones.....	81
7	Identificación de Criterios.....	81
8	Identificación de todas las posibles soluciones.....	87
9	Aplicación de restricciones a todas las posibles soluciones.....	87
10	Ponderación de Criterios.....	88
11	Verificación Lógica de criterios en columna 2.....	88
12	Verificación Lógica de criterios en columna 3.....	88
13	Verificación Lógica de criterios en columna 4.....	88
14	Ponderación de soluciones con respecto al criterio 1 (C1).....	89
15	Ponderación de soluciones con respecto al criterio 2 (C2).....	89
16	Ponderación de soluciones con respecto al criterio 3 (C3).....	90
17	Ponderación de Soluciones con respecto al criterio 4 (C4).....	90
18	Ponderación de soluciones con respecto al criterio 5 (C5).....	90
19	Ponderación Final de Soluciones.....	90
20	Datos para carga de Cabina.....	91
21	Catálogo de Perfiles SIDOR. Perfil Angular.....	94
22	Catálogo de Perfiles SIDOR. Perfil Angular.....	99
23	Catálogo de Productos Siderúrgicos. Perfil.UPN80.....	105
24	Propiedades de Soldadura de filete.....	113
25	Costos de Perfiles y Guayas.....	146
26	Costos de Planchas y Láminas.....	146

27	Costos de Accesorios y Grupo Motor.....	147
28	Costos de Materiales.....	147
29	Costos de mano de obra.....	147
30	Costos Totales.....	148



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

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN MODELO DE ASCENSOR
MODULAR DE FÁCIL INSTALACIÓN EN ZONAS RESIDENCIALES
EN VALENCIA ESTADO CARABOBO**

Autores: Ángel Fernando Bufi Jiménez
Eduardo André Delpino Pérez

Tutor: Ing. Tomás González

Fecha: Abril 2021.

RESUMEN INFORMATIVO

El presente trabajo de grado tuvo como objetivo general proponer el diseño y simulación de un modelo de ascensor modular de fácil instalación en zonas residenciales en Valencia Estado Carabobo. El estudio, fue de tipo de proyecto factible, se fundamentó en un diseño de investigación de campo y documental, con un nivel de investigación descriptivo. Los objetivos planteados se desarrollaron utilizando técnicas e instrumentos de recolección de datos (formato de entrevista y cuestionario) tomando como población y muestra censal al personal de la comunidad (36 residentes del conjunto residencial Montaserino 12) a fin de profundizar en la problemática analizada. Una vez aplicada las técnicas e instrumentos de recolección de información se procedió a desarrollar los objetivos específicos. A través de la aplicación del método Vilchez se seleccionó la solución más conveniente. Así mismo se puede concluir que el uso de herramientas computacionales tanto para generación de piezas como para el análisis de esfuerzo, garantiza la confiabilidad del diseño. Es importante resaltar que los factores de seguridad tomados para el diseño fueron de 2, 3 y hasta 5,8 lo que garantiza que los elementos no fallaran. Con respecto a la factibilidad económica y técnica, con un monto de 14.204,6\$, se considera accesible y totalmente factible de construir, y así mejorar la calidad de vida de las personas que hacen vida en estas edificaciones.

Palabras claves: Diseño, Modular, simulación

INTRODUCCIÓN

A mediados del siglo XIX se desarrolló el primer ascensor moderno, pero no fue hasta comienzos del siglo XX que los elevadores hidráulicos fueron el sistema dominante en la elevación vertical en los edificios. Así mismo con el incipiente uso de la electricidad en los hogares e industrias Werner Von Siemens crea el primer ascensor accionado por electricidad y movido por sistemas de piñones esto supuso un avance en la tecnología de transporte vertical hasta como la conocemos hoy en día.

El transporte vertical se ha convertido en parte esencial de la vida cotidiana en ciudad, lo cual ha forzado a las mismas en el mundo a la búsqueda de instalación de elevadores, para mejorar la calidad de vida y los procesos de transporte vertical, y de esta manera perpetuarse como un sistema necesario en mayoría de edificaciones.

Debido a los cambios que se han producido en el entorno residencial, las empresas se han enfocado en estudiar y desarrollar diferentes modelos de elevadores los cuales por sus avances tecnológicos poseen características mucho más innovadoras tanto en funcionalidad como en instalación, los cuales permiten obtener ventajas competitivas en el desarrollo de sus funciones y en sus resultados convirtiéndose en sistemas fundamentales en la construcción de edificaciones

Es por ello que las empresas ensambladoras de elevadores debe seleccionar las opciones más adecuadas en su instalación para ser más eficiente y generar un transporte seguro para el usuario. Con el tiempo se ha demostrado la importancia que presenta el estudio de los diferentes tipos de elevadores, permitiéndole a las empresas constructoras obtener opciones más innovadoras, eficientes y totalmente seguras y con costos más adecuables. De tal manera, que en los actuales momentos las construcciones de elevadores sea un aspecto necesario para la mayoría de las edificaciones, resultando exitoso para mantener la calidad de vida y de trabajo del usuario.

Actualmente en Venezuela el proceso de instauración de elevadores se ha visto demasiado deficiente ya que algunas empresas no cuentan con máquinas adecuadas o con modelos adecuados para la población que sean accesibles. Con el pasar de los años se ha ido aumentando la demanda de elevadores en edificaciones y construcciones. Debido a estas circunstancias, las empresas se ven afectadas al poseer modelos de elevadores estandarizados para edificios sin contar con aquellas pequeñas edificaciones que poseen bajos niveles y además sin tomar en cuenta la población perteneciente a esta como es el caso de la urbanización Montaserino 12, la cual es una residencia de 18 torres de 4 pisos cada una con una población bastante amplia sin poseer los beneficios de tener elevadores en sus residencias. De acuerdo a lo anterior el presente trabajo de investigación se propone el diseño y simulación de un modelo de ascensor modular de fácil instalación en zonas residenciales en Valencia estado Carabobo, tratando como objeto de estudio el diseño de un elevador modular. Para el análisis de esta investigación, se revisaron las distintas fuentes de información escrita sobre el tema, se empleó la técnica de instrumento de recolección de datos, basado en la encuesta y observación directa, para el diagnóstico del problema.

Cabe destacar, que el estudio reúne características de un proyecto factible, ya que se propone una solución viable a un problema tipo práctico para satisfacer necesidades y expectativas de la población de Valencia en función del transporte vertical.

Capítulo I, el cual comprende el planteamiento del problema, seguidamente se describen el objetivo general y los específicos de la investigación para concluir este capítulo con la justificación o importancia de la implementación de la propuesta.

Posteriormente, procede con el Capítulo II o marco teórico, el cual presenta los antecedentes de investigaciones previas relacionadas de manera directa con la misma, las bases teóricas que sustentan el tema planteado, además, se exponen la definición de algunos términos básicos para mayor comprensión del lector.

Luego el Capítulo III: establece el ámbito metodológico en que se circunscribe el proceso de indagación, definiendo de modo preciso el tipo de investigación

mediante la cual es abordado el tema, su diseño y las fases metodológicas donde se describe la población y muestra seleccionada para el estudio, las técnicas e instrumento de recolección de información, la validez y confiabilidad de los instrumentos.

En el Capítulo IV: conclusiones y recomendaciones. Finalmente, se incluyen las referencias bibliográficas pertinentes a la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

A lo largo de la historia, el ser humano se ha encontrado con diversos problemas cuya solución se obtuvo gracias al ingenio y la inventiva propia del mismo. Las personas han ido evolucionando a la par que su técnica, ya que gracias al surgimiento de nuevos inventos y técnicas se han podido conseguir hitos como jamás se han imaginado antes. Uno de estos problemas que enfrentaba el ser humano fue la necesidad de permitir el transporte vertical tanto de personas como de animales y carga.

La técnica más antigua de la que se tiene constancia para hacer frente a este problema data del 3000 a.C. en la antigua Mesopotamia, esta resolvía el problema con un sistema rudimentario llamado “cigoñal”, el cual se basaba en la utilización del principio de palanca. A los egipcios se les atribuye la mejora de los procesos para elevar carga. El culmen de esto fueron las grandes pirámides. A partir del año 236 a.C. surge el primer elevador como lo conocemos. Este fue desarrollado por Arquímedes, un sistema el cual se basaba en la utilización de cuerdas y poleas accionadas por animales que era capaz de elevar carga y personas.

A principios del siglo XIX y gracias a la comercialización de las primeras máquinas de vapor, se empezó a elevar el carbón en las minas dejando atrás la fuerza de tracción humana y animal. En el año 1835, en plena revolución industrial, se comenzaron a utilizar máquinas de vapor para levantar cargas de gran tonelaje en una fábrica de Inglaterra. En 1872 se desarrolló el primer ascensor hidráulico ‘moderno’. Hasta 1904, los elevadores hidráulicos fueron el sistema dominante en la elevación vertical en los edificios.

Con el incipiente uso de la electricidad en los hogares e industrias al comienzo del siglo XX Werner Von Siemens crea el primer ascensor accionado por electricidad

y movido por sistemas de piñones, el cual estaba destinado al movimiento vertical en edificios de baja altura debido a la lentitud de subida. Esto supuso un avance en la tecnología de transporte vertical abriendo las puertas a equipos de mayor velocidad de subida y, por lo tanto, una elevación del límite de altura máximo que podían abastecer los ascensores, permitiendo la futura construcción de rascacielos.

El estudio, desarrollo y diseño de elevadores se compone de la unificación de diferentes conocimientos de ingeniería, los cuales han permitido mejoras en la aplicación y adaptación de estos para cumplir necesidades. A su vez, comprender cómo se comporta un elevador, sus propiedades mecánicas, así como las de sus componentes, los diferentes esfuerzos a los que está sometido, cómo se comporta durante su funcionamiento y así poder llegar a establecer diferentes caracteres de necesidad y diseño. El diseño de estos, forma parte importante a la hora de su desarrollo debido a que está basado en una compleja composición de funcionalidad y atractivo. Ofreciendo mayor seguridad en su elaboración, y una eficiencia óptima

En la actualidad el uso de elevadores se ha convertido en parte importante en el área de la construcción, así como en la vida cotidiana, siendo este una necesidad en hospitales, centros de despachos de cargas, estaciones de transporte, centros comerciales, edificios residenciales, etc. Estos últimos en su mayoría son incorporados a la estructura del edificio acarreado un mayor costo en su construcción. Se estima que en promedio hay más de 2.5 millones de ascensores en funcionamiento alrededor del mundo. Por otro lado, en Venezuela se estima que en el 2019 (según cifras de ENCOVI) se evidencia un envejecimiento acelerado de la población esto en gran medida causado por la migración de gran número de adultos y jóvenes. Esto sumado a normativa existente para construcciones en la cual se exenta del uso de ascensores para edificaciones menores a 5 pisos, genera también un

requerimiento por parte de la población de adultos mayores de mejoras en su calidad de vida.

De igual manera en Venezuela se ha evidenciado una caída en un 90% en el sector de la construcción, ocasionando la carencia de nuevas viviendas y provocando la necesidad de rehabilitación y mejoramiento de viviendas.

1.2 Formulación del Problema

¿Cómo se puede garantizar que los habitantes de los edificios residenciales puedan contar con ascensores para acceder a sus apartamentos con poca inversión?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Proponer el diseño y simulación de un modelo de ascensor modular de fácil instalación en zonas residenciales en Valencia. Estado Carabobo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la población venezolana que requiera del uso de este tipo de ascensor en zonas residenciales en Valencia. Estado Carabobo.
- Búsqueda de posibles soluciones para el diseño de un modelo de ascensor modular de fácil instalación en zonas residenciales en Valencia. Estado Carabobo.
- Elaborar la simulación y diseño de un modelo de ascensor modular de fácil instalación en zonas residenciales en Valencia. Estado Carabobo.
- Determinar la factibilidad operativa y económica del modelo del ascensor.

1.4 Justificación de la Investigación:

Si bien se conoce a los elevadores, su funcionamiento y sus componentes, se puede llegar a un diseño adecuado de estos; pero a su vez no existe la capacidad de predecir cuál será el diseño más adecuado y que cumpla con los requerimientos necesarios. Obtener la información de los diferentes diseños de ascensores

modulares, con un diseño de estructura autoportante de fácil instalación para mejorar la calidad de vida de adultos mayores, a su vez una innovación en el área Ingeniería para la instalación de elevadores en zonas que no posean, con un costo reducido, de fácil instalación y seguridad en su diseño.

Ahora, si bien se conocen diferentes tipos de elevadores modulares, en la actualidad existen diversos programas computacionales capaces de realizar diferentes simulaciones de mecanismos, los cuales permitirán comprobar la funcionalidad de estos. Estos programas son capaces de proveer información fiable de los diferentes esfuerzos a los que se someten así, las interferencias que podrían existir durante su funcionamiento y el uso de estos programas aumentan diariamente, gracias a su versatilidad, su fácil manejo y lo económico que puede llegar a ser su estudio previo sin necesidad de ir al ensayo y error.

Por esta razón, en este proyecto, se decide emplear el uso de softwares de diseño asistido por computadora (CAD) y simulación. Además de esto, debido a que el uso de elevadores siempre se encuentra de constante estudio para su innovación mediante el uso de diversas alternativas, el uso de la simulación por computadora permite que el estudio se realice para millones de posibilidades, siempre seleccionando la que se adapte mejor a las necesidades y criterios adecuados.

1.5 Alcance

Este proyecto de diseño y simulación busca encontrar el mejor modelo de ascensor modular, para satisfacer necesidades de la población de Valencia estado Carabobo. Enfocando este a su fácil instalación y montaje en edificaciones ya terminadas o no; teniendo en cuenta normas actuales de edificación en el país, así como la seguridad pertinente del equipo. Y otorgando de igual manera una mejora en la calidad de vida en adultos mayores.

1.6 Limitaciones

Las limitaciones se basan en el empleo de softwares CAD para la construcción y simulación de funcionamiento del ascensor, para esto se empleará los softwares Autodesk Inventor y no un análisis físico experimental. Por otro lado, la utilidad de

este ascensor será enfocado al uso en zonas residenciales limitando su utilización al transporte de cargas pequeñas. También se contará con dos periodos lectivos para la realización y culminación de este proyecto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

La fundamentación teórica conforma el paradigma de conocimiento bajo el cual se presenta la visión de la investigación. Desde este planteamiento, Balestrini (1998) explica que las mismas son “las diversas teorías referentes al objeto de estudio, seleccionadas de acuerdo con la visión del investigador sobre el tema”. Lo cual conllevaría a abordar aspectos relacionados con el Diseño y simulación de un modelo de ascensor modular de fácil instalación en zonas residenciales en Valencia. Estado Carabobo.

2.1 Antecedentes de la Investigación

Los antecedentes según Claret (2007) “Se refieren a la revisión de trabajos previos sobre el tema en estudio realizados fundamentalmente en instituciones de educación superior, reconocidas o en su defecto en otras organizaciones”. En tal sentido, para elaborar y desarrollar la presente investigación se tomó como base referencial diversos trabajos de grado tanto nacionales como internacionales, que proporcionan el soporte al contenido teórico; gracias a los conocimientos e informaciones que los distintos autores aportaron en sus investigaciones sobre temas similares y que anteceden este estudio, constituyen una fuente de relevancia para ejecutar y presentar esta investigación. Entre los trabajos que servirán de apoyo documental y metodológico para la presente investigación cabe destacar los realizados por los siguientes autores:

2.1.1 Antecedentes Internacionales

La investigación realizada por Prieto (2017) titulada **Diseño y desarrollo de un ascensor de obra modular** para optar al el título de ingeniero mecánico en la Universidad Carlos III de Madrid, tuvo como objetivo principal

el diseño y desarrollo de un elevador híbrido entre plataforma de transporte y montacargas, para ofrecer una mayor versatilidad a la hora de hacer frente a diferentes problemas en el sector de la construcción, mejorando el comportamiento de la máquina y la seguridad de los operarios.

Dicha investigación se llevó a cabo utilizando un diseño de campo y documental, dejando como conclusión un sistema que se adaptó a los requerimientos propuestos, logrando así el diseño de un dispositivo. En este sentido la investigación brinda un marco referencial en cuanto al diseño de prototipos y estrategias a utilizar en la fase de diseño orientada al transporte vertical; en donde se denota la versatilidad del sistema a diseñar en la presente investigación, además se puede considerar los criterios de seguridad empleados según las indicaciones de la normativa y el estudio de costes que le añade relevancia de implementación del ascensor a diseñar.

En otro contexto la investigación realizada por Carhuajulca Castro (2017) titulada **Implementación del Proceso de preinstalación, en Proyectos de renovación del Transporte vertical en una empresa comercializadora de ascensores**, para optar por *el* título Ingeniero Industrial, en la Universidad Privada del Norte Perú, Lima tuvo como objetivo principal implementar el proceso de Pre-Instalación en proyectos de renovación de transporte vertical en ascensores en una empresa comercializadora de ascensores, dicha investigación se llevó a cabo utilizando un diseño de campo y documental; aplicando técnicas e instrumentos de recolección de datos a través de referencias bibliográficas, estudios de campo, juicios de expertos, reuniones y consultas, dejando como conclusión los factores que afectan el proceso de preinstalación en ascensores, y que en algunos casos estos costos de preinstalación se elevan considerablemente causando el descontento del cliente.

Es así como considerando el estudio económico- financiero realizado en la investigación antes descrita, representa un aporte significativo a la presente

investigación desde el punto de vista de los beneficios económicos que permite el desarrollo de tecnología dentro de la región, justificando a su vez la necesidad de alternativas que le permitan al sector urbano la adquisición de medios de transporte vertical.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

La investigación realizada por Martínez, Jesús. Motezuma, Víctor. (2012) titulada **Diseño, automatización y construcción de un modelo a escala de ascensor operado mediante PLC para fines académicos**, para optar por *el* título Ingeniero Mecánico, en la Universidad Central de Venezuela, Caracas-Distrito Capital tuvo como objetivo principal Calcular, diseñar y construir un modelo a escala de ascensor operado mediante controles lógicos programables, para ser utilizado como equipo de prácticas en el Laboratorio de Automatización, dicha investigación se llevó a cabo utilizando un diseño de campo y documental; aplicando técnicas e instrumentos de recolección de datos a través de referencias bibliográficas, estudios de campo, juicios de expertos, reuniones y consultas, dejando como conclusión una metodología que conduzca al diseño y la construcción del modelo a escala de ascensor para el laboratorio de automatización.

En este sentido la investigación brinda un marco referencial en cuanto al diseño de prototipos y estrategias a utilizar en la fase de diseño orientada en gran medida a la selección de piezas fundamentales para el correcto funcionamiento del equipo.

2.2 Bases Teóricas

Es una de las fases más importantes de la investigación, ya que en ella se desarrollan las teorías que van a fundamentar el proyecto con base al planteamiento del problema que se ha realizado. La investigación se constituirá de una serie de variables que a continuación se plantean documentalmente a fin de obtener una idea de los aspectos a considerar, tanto en la recolección de información, como en la formulación de la propuesta, debido a que estas

comprenden un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado.

2.2.1 Ascensor

Es un sistema cuyo mecanismo de ascenso y descenso está equipado con un carro o plataforma que se mueve entre guías metálicas rígidas que se mueven en una dirección vertical. Se utiliza este sistema para el transporte de personas o cargas a través de los diferentes niveles de una edificación.

2.2.1.1 Clasificación de los ascensores.

Ø Según su accionamiento:

- **Ascensor eléctrico:** Es aquel en el cual la energía es suministrada por un motor eléctrico acoplado directamente a una máquina de tracción. Los grupos tractores de los ascensores eléctricos están normalmente formados por un grupo motor, acoplado a un reductor de velocidad, en cuyo eje de salida va montada la polea acanalada que arrastra los cables por adherencia, o bien un tambor en el que se enrollan los cables, aunque este último sistema ya prácticamente no se utiliza. Los motores eléctricos más utilizados son de corriente alterna, de una o dos velocidades y con variador de frecuencia, aunque también se utilizan los motores de corriente continua con convertidor continua-alterna.

- **Ascensor hidráulico:** Es aquel en el cual la energía es suministrada por medio de un embolo o pistón accionado por líquido a presión, de un cilindro. Están compuestos por una central hidráulica, cilindro, pistón, cabina y cuarto de máquinas. A diferencia del ascensor eléctrico, este tipo de elevador no incorpora contrapeso.

Ø Según su Sistema de Tracción.

- **Ascensor de tracción a tambor:** Es aquella en la cual los cables de tracción están fijados a un tambor ranurado sobre el cual se enrollan.

- **Ascensor de tracción por engranaje:** Es aquella que esta provista de un engranaje reductor entre el motor eléctrico y la polea de tracción. Siendo la corona y sinfín el más utilizado.

- **Ascensor de tracción sin engranaje:** Es aquella en la cual la polea de tracción se encuentra colocada directamente en el eje del motor eléctrico sin ningún mecanismo intermedio.

Ø **Según su transmisión.**

- **Ascensores de tracción indirecta:** Se emplea una caja reductora. Utilizan un engranaje reductor para impulsar la polea motriz. Un motor de corriente alterna o continua de elevada velocidad angular este acoplado a una caja reductora, corona sinfín, que actúa sobre la polea de tracción consiguiéndose una velocidad reducida y un par elevado. Este tipo de sistema se utiliza para ascensores de carga variable y velocidades reducidas de 0.1 a 2.50 m/s.

- **Ascensores de tracción directa:** Para la tracción directa la máquina esta acoplada directamente a la polea de tracción sin empleo de una caja reductora. Este sistema se emplea para ascensores de altas velocidad y recorrido, por encima de 2.50 m/s.

2.2.2 Esfuerzo simple o normal

El esfuerzo es la resistencia interna que ofrece un área unitaria (A) del material del que está hecho un miembro para una carga aplicada externa (P).

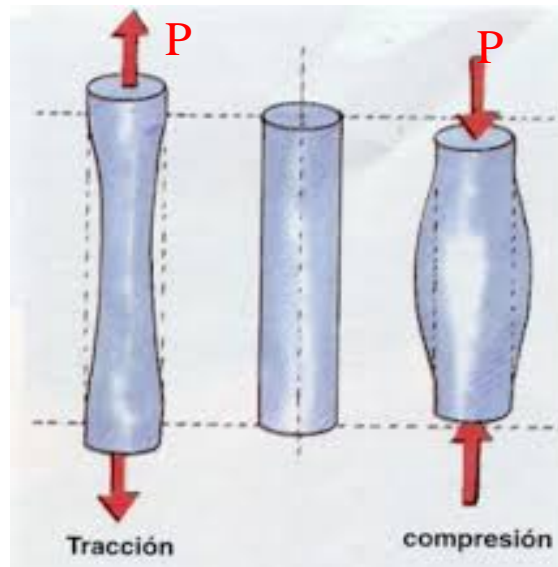


Figura 1. Ejemplo gráfico de esfuerzo de tracción y compresión.

Fuente: Deingenierias.com. (2019).

2.2.3 Esfuerzo cortante

Es un tipo de esfuerzo en el que la fuerza cortante aplicada se resiste uniformemente por el área de la parte que se corta, lo que produce un nivel uniforme de fuerza cortante sobre el área. Se denota con la letra griega minúscula (τ). En la figura 2 se muestran varios; en (a) el remache resiste el corte a través de su sección central, mientras que en la articulación representada en (b) el pasador lo resiste a través de dos secciones; el caso (a) puede llamarse cortante simple y el (b) cortante doble. En (c) se ha de punzonar una placa; el área resistente es semejante al canto de una moneda. En todos estos casos, el cizallamiento o corte tiene lugar en un plano paralelo a la carga aplicada.

Ahora bien, puede existir esfuerzo cortante uniforme si la fuerza de corte resultante pasa por el centroide de la sección sometida a cortante de tal manera que el esfuerzo de corte viene dado por la siguiente ecuación.

-

Ec.2

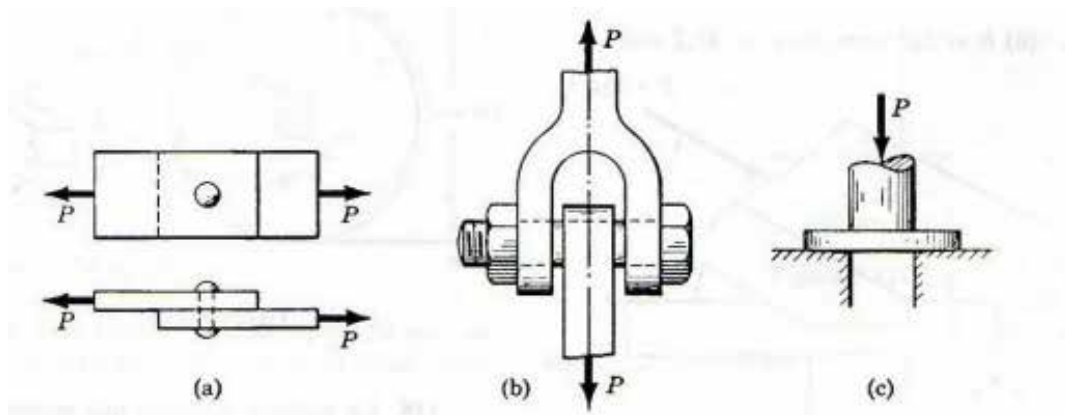


Figura 2. Ejemplo gráfico de esfuerzos de corte.

Fuente: Pytel, A. y Singer, F. (1994). Resistencia de Materiales.

2.2.4 Esfuerzo de contacto

Este tipo de esfuerzo ocurre cuando un cuerpo es soportado por otro, y es el esfuerzo de compresión desarrollado entre dos cuerpos en su superficie de contacto, que es característico en esta variante de esfuerzo normal. Este esfuerzo, a diferencia del esfuerzo de compresión que existe en el interior de los cuerpos bajo la acción de cargas exteriores, es el que se produce en la superficie de contacto de dos cuerpos. En la figura 3 se observa cómo por un excesivo esfuerzo de contacto se puede llegar a fluencia en el material de la placa, el remache o ambos. Se suele suponer que el esfuerzo de contacto se

distribuye uniformemente sobre un área pequeña, que es la proyección de la superficie de contacto sobre un plano diametral del orificio (), perpendicular a la dirección de la fuerza (). Con ello, se puede expresar con la siguiente ecuación.

Ec.3

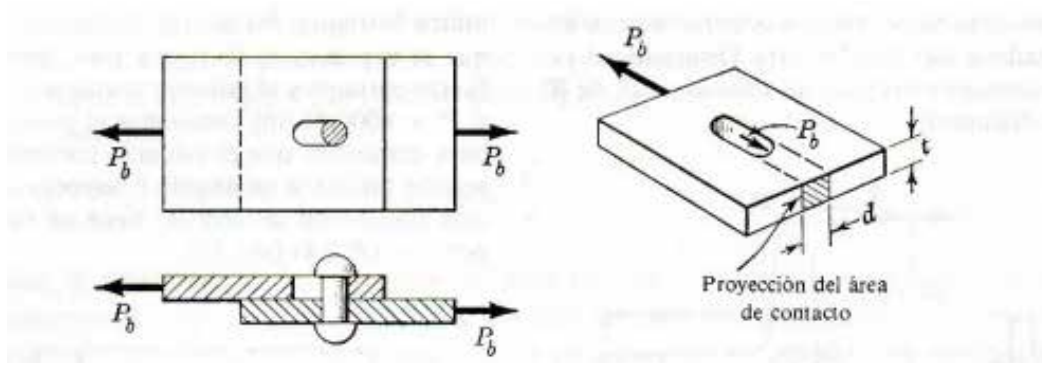


Figura 3. Ejemplo gráfico del esfuerzo de contacto.
(El subíndice b es del inglés bearing = aplastamiento)

Fuente: Pytel, A. y Singer, F. (1994). Resistencia de Materiales.

2.2.5 Diagrama esfuerzo-deformación

Frecuentemente, la rigidez suele tener la misma o mayor importancia que la resistencia de un material. En menor grado, otras propiedades tales como la dureza, la tenacidad y la ductilidad también influyen en la elección de un material. Estas propiedades se determinan mediante pruebas, comparando los resultados obtenidos con patrones establecidos. Una de estas pruebas es la prueba de tensión en el acero. Esta prueba se basa en una probeta de acero sujeta entre las mordazas de una máquina de pruebas de tensión a la cual se le aplica una carga la cual produce el alargamiento de una determinada longitud a

la misma. Los resultados se suelen representar en un en el que en ordenadas se llevan las cargas y en abscisas los correspondientes alargamientos.

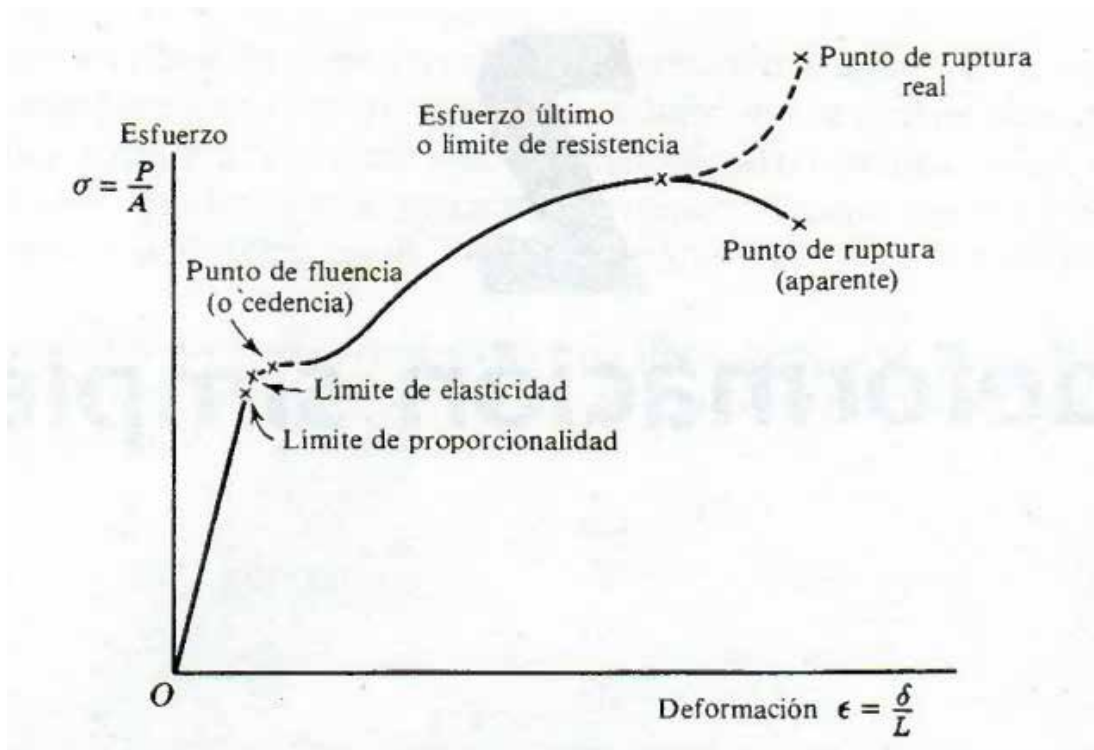


Figura 4. Diagrama esfuerzo-deformación.

Fuente: Pytel, A. y Singer, F. (1994). Resistencia de Materiales.

En la figura 4 se representa un gráfico de esta clase; se puede observar que no aparecen representadas las fuerzas y los alargamientos totales, sino las fuerzas unitarias o esfuerzos y los alargamientos unitarios o deformaciones. El diagrama de la figura 4 se denomina diagrama esfuerzo-deformación, cuyo nombre deriva de las magnitudes que aparecen en sus ejes de coordenadas.

Ahora bien, el valor de la deformación (unitaria) (ϵ) es el cociente del alargamiento (deformación total) (δ) y la longitud (L) en la que se ha producido.

-

Ec.4

Todo esto es realizado teniendo en cuenta que el elemento sometido a tensión debe tener una sección transversal o recta constante, el material debe ser homogéneo y la fuerza o carga debe ser axial, es decir, producir un esfuerzo uniforme.

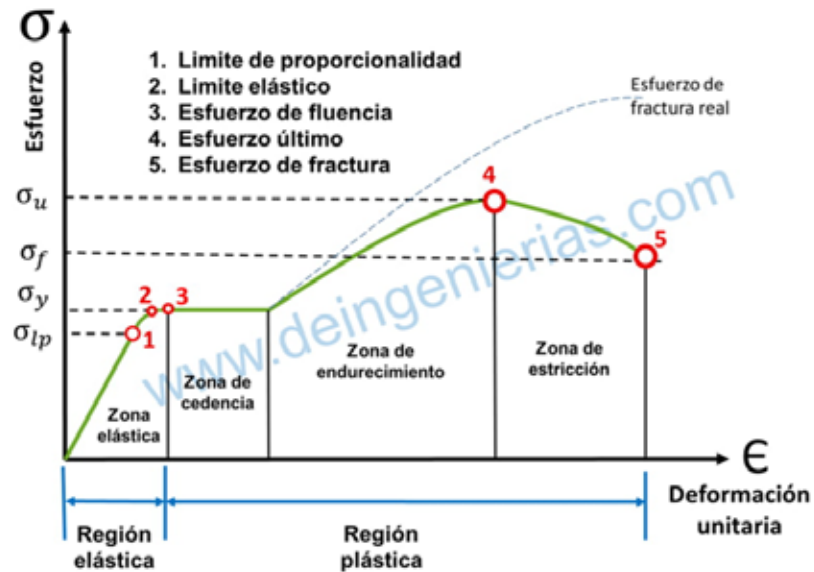


Figura 5. Diagrama esfuerzo-deformación (zonas y regiones).

Fuente: Deingenierias.com. (2019).

Una vez definido el diagrama esfuerzo deformacion de cierto material como se muestra en la figura 5, el diagrama otorga informacion referente a este material y se puede determinar ciertas zonas y regiones dentro del diagrama. La región elástica comprende desde el inicio hasta el punto límite de elasticidad, en esta región el material presenta un comportamiento elástico; la región plastica empieza desde que el material llega al punto de fluencia, pasando por el punto de esfuerzo máximo hasta el punto en que se fractura el material, en esta región el material sufre una deformación permanente. Desde que un material empieza a experimentar un esfuerzo sobre ella hasta que llega a fracturarse, podemos identificar varias zonas críticas, como la zona elastica que anteriormente ya mencionamos, en la que el material se comporta elásticamente.

La zona de cedencia se presenta justo después al punto de fluencia, en esta zona el material experimenta una deformación permanente plástica con un esfuerzo constante, hasta llegar a un punto en el que para seguir deformando al material requerirá un aumento en la intensidad del esfuerzo que lo deforma.

La zona de endurecimiento se presenta después de que el material haya experimentado una deformación con esfuerzo constante; llega un punto en el que es necesario aumentar el esfuerzo para sacarla de la zona de cedencia; desde que se aumenta esfuerzo, el material experimenta una deformación y al mismo tiempo experimenta un endurecimiento, es decir aumenta su grado de dureza hasta llegar al punto de esfuerzo máximo.

La zona de estricción comprende desde el punto de esfuerzo máximo hasta el punto de esfuerzo de rotura. En esta zona el material no puede soportar ni un esfuerzo constante, solo decreciente; el material empieza a formar un cuello en una región y a partir de ello llega a fracturarse cuando el esfuerzo sigue actuando sobre ella.

De igual manera como este diagrama permite identificar características de cierto material permite también diferenciar materiales según su comportamiento en el ensayo. Como se observa en la figura 6 el comportamiento de un material frágil con respecto a un material dúctil.

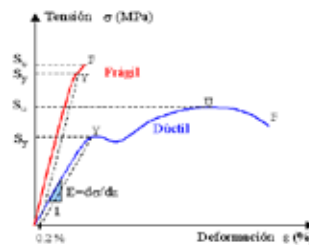


Figura 6. Diagrama esfuerzo-deformación

Fuente: Deingenierias.com. (2019).

La pendiente de la recta es la relación entre el esfuerzo y la deformación, representada con la letra E como se muestra en la figura 6. Esta pendiente es llamada módulo de elasticidad y se expresa con la siguiente ecuación.

- Ec.5

2.2.6 Trabajo

En el movimiento rectilíneo el trabajo (W) se define como la aplicación de una fuerza (F) a lo largo de una distancia (r), donde se supone que la fuerza es colineal con la dirección del movimiento. Para el caso especial de una fuerza constante aplicada en forma colineal con la dirección del movimiento, se expresa según la ecuación 6.

Ec.6

2.2.7 Esfuerzo de trabajo y factor de seguridad

El esfuerzo de trabajo es el esfuerzo real que soporta el material bajo la acción de unas cargas, y no debe sobrepasar al esfuerzo admisible, que es el máximo al que puede ser sometido el material, con un cierto grado de seguridad en la estructura o elemento que se considere. En un diseño real, el esfuerzo admisible () ha de ser inferior al límite de proporcionalidad, con objeto de que pueda aplicarse en todo momento la relación lineal entre esfuerzos y deformaciones que establece la ley de Hooke.

Se acostumbra tomar como base para fijar el esfuerzo admisible, el límite de fluencia () o, en su defecto, el esfuerzo último dividiéndolos entre un número (N), convenientemente elegido, que se llama factor o coeficiente de seguridad que es expresado con la siguiente ecuación.

— Ec.7

2.2.8 Torsión

Cualquier vector momento que sea colineal con un eje de un elemento mecánico se llama vector de par de torsión, porque el momento causa que el elemento se tuerza respecto a ese eje. Una barra sometida a un momento de ese

tipo se dice que está sometida a torsión. Como se muestra en la figura 7, el par de torsión (T) que es aplicado a una barra se designa como flechas en la superficie de la barra para indicar su dirección o como flechas de vector-par de torsión a lo largo de los ejes de torsión de la barra. Los vectores de par de torsión son las flechas huecas que son mostradas en el eje x de la figura 7.

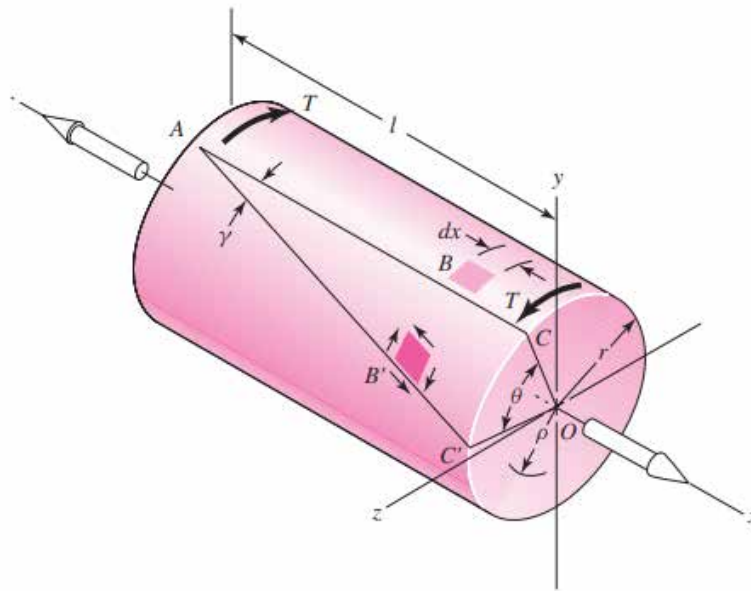


Figura 7. Barra sometida a torsión.

Fuente: Budynas, R. y Nisbett, J. (2.008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley.

El ángulo de giro, en radianes, de una barra sólida de sección circular se calcula mediante la ecuación 8 que lo expresa como el cociente del par de torsión (T) por la longitud (l) entre el módulo de rigidez (G) por el segundo momento polar (J) de la barra.

—

Ec.8

De igual manera, a través de la sección transversal se desarrollan esfuerzos cortantes. Para una barra sólida circular en torsión, estos esfuerzos son proporcionales al radio (r) y están dados por la ecuación.

—

Ec.9

2.2.9 Energía de deformación.

El trabajo externo aplicado a un miembro elástico para deformarlo se transforma en energía de deformación, o potencial. Si el miembro se deforma a una distancia (y), y si la relación entre la fuerza y la deflexión es lineal, esta energía es igual al producto de la fuerza promedio y la deflexión. Y se expresa de manera general según la ecuación 10. Esta ecuación es general en el sentido de que la fuerza (F) también puede significar par de torsión o momento.

—

Ec.10

2.2.10 Teorema de Castigliano.

Un método muy inusual, poderoso y a menudo sorprendentemente simple para analizar la deflexión es posible mediante el llamado teorema de Castigliano. Esta herramienta constituye una forma única de analizar deflexiones.

El teorema de Castigliano estipula que cuando actúan fuerzas sobre sistemas elásticos sujetos a desplazamientos pequeños, el desplazamiento correspondiente a cualquier fuerza, colineal con la fuerza, es igual a la derivada parcial de la energía de deformación total con respecto a esa fuerza. Los términos de fuerza y desplazamiento que se incluyen en el enunciado se interpretan ampliamente para aplicar de igual manera momentos y desplazamientos angulares. En forma matemática, el teorema de Castigliano se expresa mediante la ecuación 11.

2.2.11 Fórmula de Euler para columnas.

En la figura 8 se muestran columnas largas con diferentes condiciones de extremo (frontera). Si la fuerza axial P que se muestra actúa a lo largo del eje centroidal de la columna, ocurre compresión simple del miembro para valores bajos de la fuerza. Sin embargo, bajo ciertas condiciones, cuando P alcanza un valor específico, la columna adquiere inestabilidad y se desarrolla rápidamente una flexión como la que se muestra en la figura 8.

Esta fuerza se determina al escribir la ecuación de deformación por flexión de la columna, lo que resulta en una ecuación diferencial donde al aplicar las condiciones de frontera se obtiene la carga crítica de la flexión inestable. La fuerza crítica de la columna terminada en articulación de la figura 8 viene expresada por la ecuación 12 la cual se conoce como fórmula de Euler para columnas, donde la constante C depende de las condiciones de los extremos como se muestra en la figura 8.

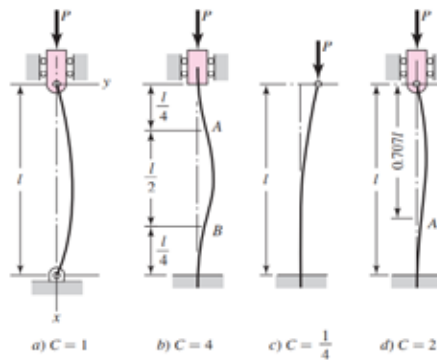


Figura 8. Distintas disposiciones de columnas esbeltas.

Fuente: Budynas, R. y Nisbett, J. (2008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley.

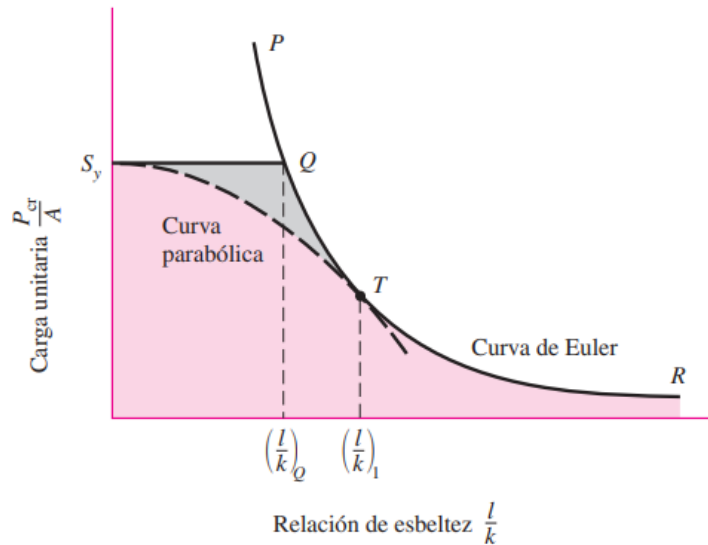


Figura 9. Curva de Euler.

Fuente: Budynas, R. y Nisbett, J. (2008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley.

Una falla de columna siempre es repentina, total e inesperada y, por ende, peligrosa. No hay advertencia previa. Una viga se curvará, lo cual será una advertencia visual de que está sobrecargada; pero esto no sucede en una columna. Por tal motivo no debe utilizarse métodos de compresión simple, ni la ecuación de la columna de Euler cuando la relación de esbeltez sea casi igual a $-\infty$. En tal caso el método usual es elegir algún punto T en la curva de la figura 9. Si la relación de esbeltez se especifica como $-\infty$ que corresponde al punto T , se usa la ecuación de Euler sólo cuando la relación de esbeltez real es mayor que $-\infty$.

2.2.12 Potencia

La potencia es la tasa a la cual se realiza trabajo o el incremento de trabajo

por unidad de tiempo. Generalmente se mide en Joules por segundo (watts), pero también se puede medir en pie-libra por segundo o en caballos de fuerza (hp).

La ecuación 13 indica la relación correcta entre la potencia, el par y la velocidad si la potencia se mide en watts, el par en newton-metro y la velocidad en radianes por segundo. Aún es común en Estados Unidos medir el par en libra pie, la velocidad en revoluciones por minuto y la potencia en watts (W) o caballos de fuerza (hp).

— — —

Ec.13

2.2.13 Choque e impacto

El impacto se refiere a la colisión de dos masas con velocidad inicial relativa. En algunos casos se desea lograr un impacto conocido en el diseño; así sucede, por ejemplo, en el diseño de prensas de acuñado, estampado y formado.

En otras ocasiones, el impacto ocurre por deflexiones excesivas o por holguras entre partes, y en esas circunstancias se desean minimizar los efectos.

El golpeteo de los dientes de engranes acoplados en sus espacios es un problema de impacto provocado por la deflexión del eje y por la holgura entre los dientes. Este impacto produce ruido en el engrane y falla por fatiga en las superficies de los dientes. El espacio de holgura entre una leva y su seguidor o entre un muñón y su cojinete ocasiona un impacto de enlace y también provoca ruido excesivo y falla prematura por fatiga.

El choque es un término más general que se usa para describir cualquier carga o perturbación aplicada repentinamente. Así, el estudio del choque incluye el impacto como un caso especial. En la figura 10 se presenta un modelo de impacto. Aquí la masa m_1 tiene una velocidad inicial v y apenas está entrando en contacto con el resorte k_1 . La parte o estructura que se va a

analizar se representa por la masa m_2 y el resorte k_2 . El problema que el diseñador enfrenta es encontrar la deflexión máxima de m_2 y la fuerza máxima ejercida por k_2 contra m_2 .

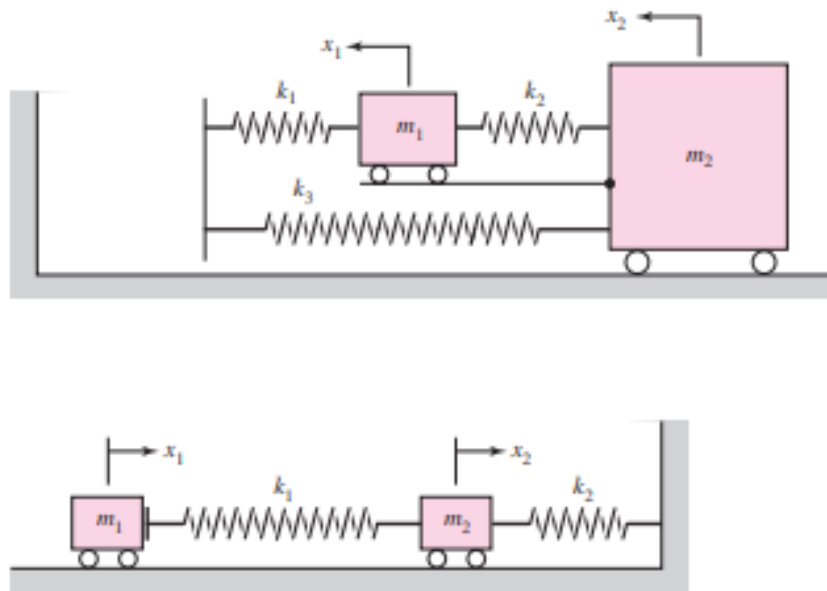


Figura 10. Ejemplo gráfico de impacto.

Fuente: Budynas, R. y Nisbett, J. (2.008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley.

2.2.14 Teoría de la energía de distorsión para materiales dúctiles

La teoría de la energía de deformación máxima predice que la falla por fluencia ocurre cuando la energía de deformación total por unidad de volumen alcanza o excede la energía de deformación por unidad de volumen correspondiente a la resistencia a la fluencia en tensión o en compresión del mismo material. La teoría de la energía de distorsión se originó debido a que se comprobó que los materiales dúctiles sometidos a esfuerzos hidrostáticos presentan resistencias a la fluencia que exceden en gran medida los valores que resultan del ensayo de tensión simple. Por lo tanto, se postuló que la fluencia no era un fenómeno de tensión o compresión simples, sino más bien, que

estaba relacionada de alguna manera con la distorsión angular del elemento esforzado.

Para desarrollar la teoría, observe la figura 11a, el volumen unitario sometido a cualquier estado de esfuerzos tridimensional, designado por los esfuerzos σ_1 , σ_2 y σ_3 . El estado de esfuerzos que se muestra en la figura 11 es de tensión hidrostática debida a los esfuerzos σ_{prom} que actúan en cada una de las mismas direcciones principales, como en la figura 11a. El σ_{prom} se expresa según la ecuación 14.

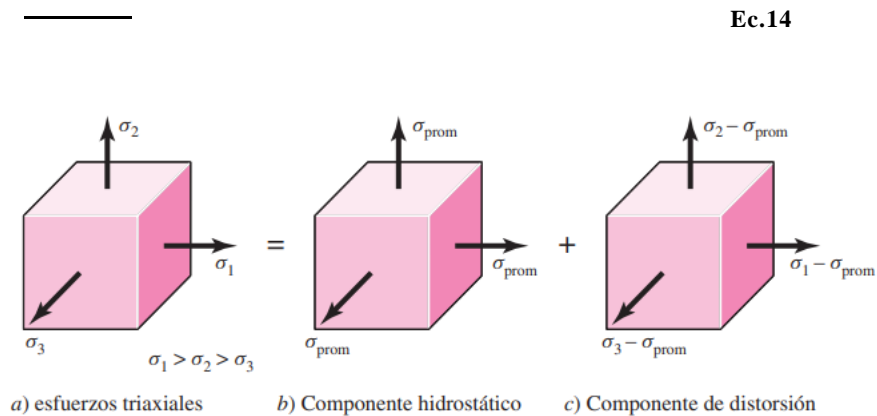


Figura 11. Elemento con esfuerzos triaxiales.

Fuente: Budynas, R. y Nisbett, J. (2008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley.

En la figura 11 se puede observar tres elementos. Elemento con esfuerzos triaxiales; este elemento experimenta cambio de volumen y distorsión angular. Elemento sometido a tensión hidrostática que sólo experimenta cambio de volumen. Elemento con distorsión angular sin cambio de volumen.

2.2.14.1 Von Mises – Hencky

En 1.904, en Polonia, M. T. Hueber escribió por primera vez sobre la energía de la máxima distorsión; pero, fueron R. von Mises (Alemania y USA) en 1.913 y H. Hencky (Alemania y USA) en 1.925 quienes más contribuyeron a ella. Esta teoría sostiene que cualquier pieza esforzada en forma elástica sufre un (ligero) cambio en forma, volumen o en ambos, pero no en tamaño. La

energía necesaria para producir este cambio se almacena en forma de energía elástica.

Por lo tanto, un determinado material tiene una capacidad limitada y definida de energía de distorsión o de corte, y por ende cualquier intento por someter al material a cantidades mayores de energía de distorsión, provocaría la falla del elemento, La forma más corrientemente utilizada para expresar la teoría de la energía de distorsión según Von Mises – Hencky se muestra en la ecuación 15.

Ec.15

2.2.15 Fatiga en metales.

En la mayoría de los ensayos para determinar las propiedades de los materiales que se relacionan con el diagrama esfuerzo-deformación, la carga se aplica en forma gradual, para proporcionar suficiente tiempo a fin de que la deformación se desarrolle en su totalidad. Además, la muestra se ensaya hasta su destrucción, por lo cual los esfuerzos sólo se aplican una vez. Por ello, los ensayos de esta clase se aplican bajo lo que se conoce como condiciones estáticas, que se aproximan en gran medida a las condiciones reales a las que se someterán muchos elementos estructurales y de máquinas.

Sin embargo, con frecuencia existe una condición en la cual los esfuerzos varían o fluctúan entre ciertos niveles. Éstas y otras clases de carga que ocurren en elementos de máquinas producen esfuerzos que se llaman esfuerzos variables, repetidos, alternantes o fluctuantes. A menudo, se encuentra que los elementos de máquinas han fallado bajo la acción de esfuerzos repetidos o fluctuantes; no obstante, el análisis más cuidadoso revela que los esfuerzos máximos reales estuvieron por debajo de la resistencia última del material y con mucha frecuencia incluso por debajo de la resistencia a la fluencia. La característica más notable de estas fallas consiste en que los esfuerzos se

repetieron un gran número de veces. Por lo tanto, a la falla se le llama falla por fatiga.

2.2.15.1 Método del esfuerzo-vida.

Para establecer la resistencia a la fatiga de un material, se necesita un número muy grande de ensayos debido a la naturaleza estadística de la fatiga. En el caso del ensayo con viga rotativa, se aplica una carga constante de flexión y se registra el número de revoluciones (inversiones del esfuerzo) de la viga hasta que se presente la falla. El primer ensayo se hace con un esfuerzo que es un poco menor que la resistencia última del material. El segundo ensayo se realiza a un esfuerzo que es menor que el primero. Este proceso se continúa y los resultados se grafican como un diagrama S-N figura 12.

La gráfica se hace en papel semilogarítmico o en papel log-log. En el caso de metales ferrosos y aleaciones, la gráfica se hace horizontal después de que el material se sometió a esfuerzo durante un cierto número de ciclos. Al graficar en papel logarítmico, se acentúa la curvatura en la línea, la cual quizá no sea visible si los resultados se grafican en coordenadas cartesianas.

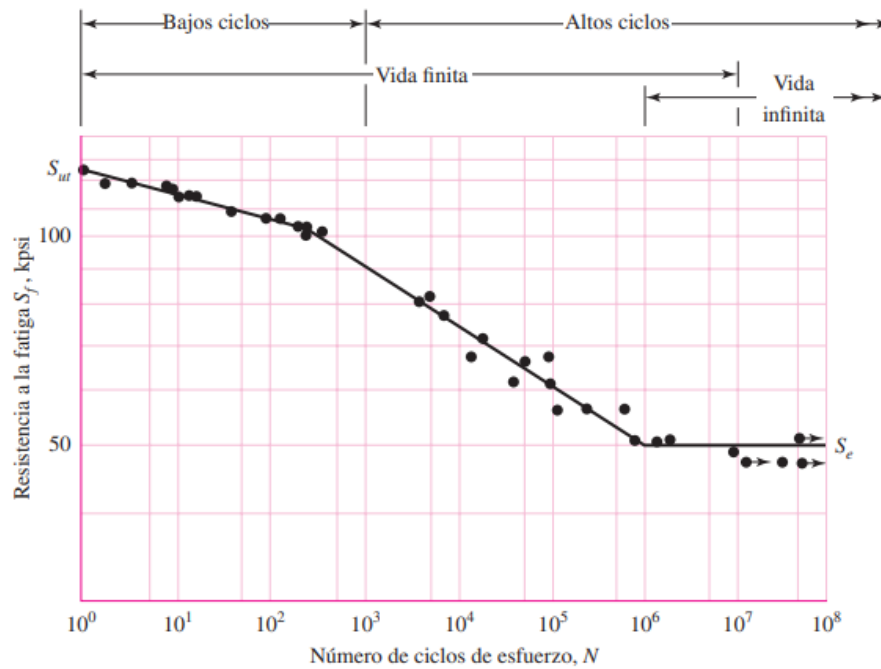


Figura 12. Diagrama de fatiga.

Fuente: Budynas, R. y Nisbett, J. (2.008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley

2.2.16 Diseño de uniones no permanentes

Sin duda, el tornillo de rosca helicoidal fue un invento mecánico muy importante. Es la base de los tornillos de potencia, que cambian de movimiento angular a movimiento lineal para transmitir potencia o desarrollar grandes fuerzas (prensas, gatos, etc.), y de los sujetadores roscados, que son un elemento fundamental en las uniones no permanentes.

Uno de los objetivos clave del diseño actual de la manufactura es reducir el número de sujetadores. Sin embargo, siempre habrá necesidad de ellos para facilitar el desensamble para propósitos diversos. Por ejemplo, aviones jumbo como el Boeing 747 requieren de hasta 2.5 millones de sujetadores, algunos de los cuales cuestan varios dólares por pieza. Para mantener los costos bajos, los fabricantes de aviones y sus subcontratistas revisan de manera constante los

nuevos diseños de sujetadores, las técnicas más recientes de instalación y los tipos de herramientas modernos.

A lo largo de cualquier periodo, el número de innovaciones que ha afectado el campo de los sujetadores ha sido tremendo. Unas variedades enormes de ellos se encuentran disponibles para que el diseñador pueda elegir. Por lo general, los diseñadores serios mantienen un cuaderno de notas específico para sujetadores.

Los métodos de unión de partes son extremadamente importantes en la ingeniería de diseño de calidad, y es necesario comprender a fondo el desempeño de los sujetadores y uniones bajo todas las condiciones de uso y diseño. La figura numero 13 muestra los diferentes tipos de rosca dependiendo del tipo de tornillo aplicado. La diferencia entre pernos y tornillos radica en que los pernos requieren de una tuerca para fijar las piezas de unión; mientras que los tornillos se fijan al mismo material, mismo que deberán tener un agujero

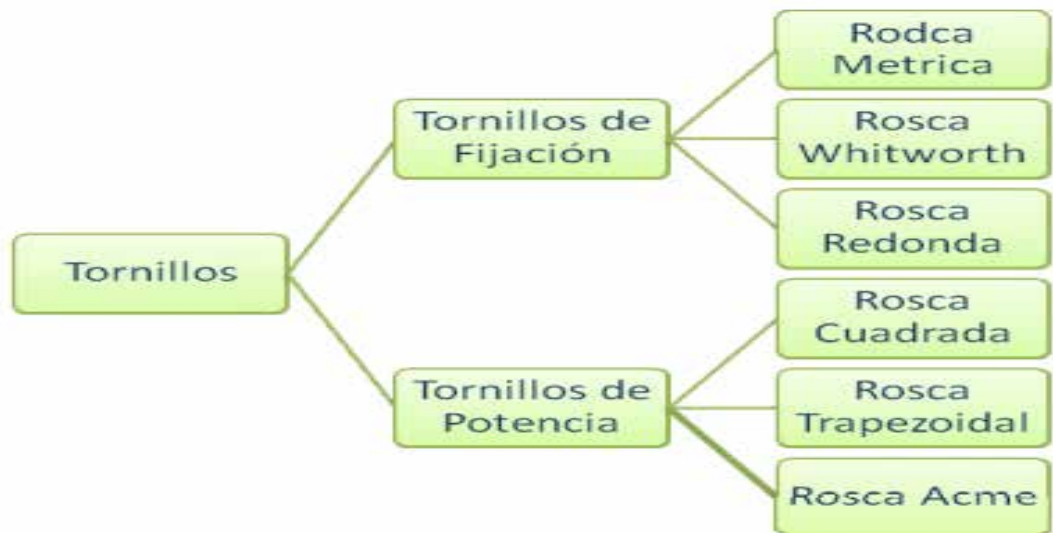


Figura 13. Tipos de tornillos.

Fuente: <http://docentes.uto.edu.bo>

2.2.16.1 Tornillos de unión.

El tornillo puede ser, además, de cabeza hexagonal, avellanada o redonda (ranurada o en cruz), de tipo Allen (hueco hexagonal) o tipo estrella (hueco estriado). El caso más típico es el del perno con tuerca; los otros se resumen a lo mismo, sustituyendo la tuerca por el cuerpo en el cual se atornilla; hecha la salvedad del espárrago, o prisionero, en el cual la tuerca permanece, y es sustituida la cabeza del perno por el cuerpo en el cual se atornilla.

En una unión no permanente, sujeta por un perno, las tensiones presentes en la misma pueden ser resumidas como se indica en la figura 14; en dicha figura, se señalan tanto las tensiones presentes en el perno, como en la tuerca, así como en los elementos de máquina que se sujetan por este medio, en un caso general. En realidad, pueden estar todas presentes, o sólo una parte de ellas; cada caso en particular deberá ser analizado por el lector.

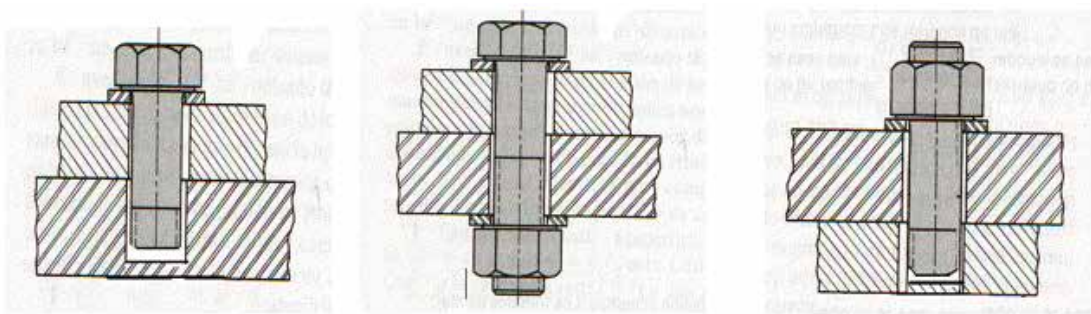


Figura 14. Medios de unión no permanente: Tornillo, perno (compuesto por un tornillo y una tuerca), espárrago o prisionero.

Fuente: Tassoni, D. (2006). Elementos de máquinas. Primera Edición.

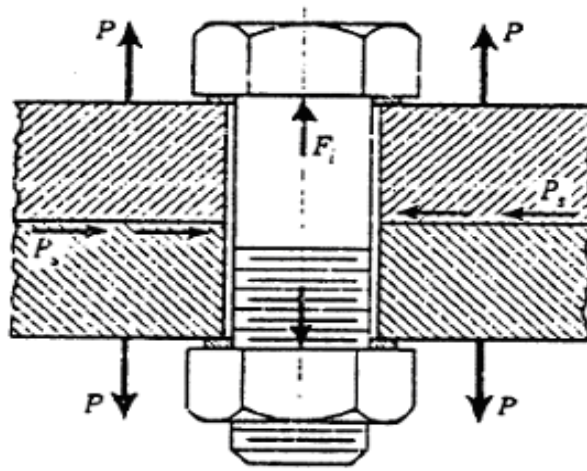


Figura 15. Tensiones presentes en una unión no permanente sujeta por un perno con apriete inicial.

Fuente: Tassoni, D. (2006). Elementos de máquinas. Primera Edición.

Uniones de poca importancia, sometidas a tracción; En estas uniones, la importancia de la existencia de compartimientos estancos no es relevante. Esto significa que solo es importante que el conjunto de elementos de máquina considerados, soporten el sistema de carga al cual están sometidos, sin que se presente el colapso de estos.

Únicamente considerando la carga a la cual está sometido el tornillo, la figura número 15 muestra la carga producida por un pretensado, una carga axial P , que produce una tensión de tracción mostrada gráficamente en la figura 16, se aprovecha este punto para indicar que se debe evitar la utilización de pernos roscados en toda su extensión o longitud; en efecto la rosca, por su geometría, es un factor generador de concentración de tensiones; por ello se diseñan pernos que presenten roscas, única y exclusivamente, en la porción realmente necesaria de su longitud total: en aquella requerida para enroscar la tuerca (en el caso de pernos); para el caso de tornillos o espárragos, la rosca debe limitarse a la porción necesaria para que estos se enrosquen en las bases

adecuadas. Esa tensión de tracción, se presenta en la sección constante no roscada del perno, dada por

$$- \quad \text{Ec 1.6}$$

Pero este sistema de carga, produce tensiones de corte en la base de los filetes de la rosca del tornillo, y en la misma porción de la tuerca dadas por la expresión de este aparte

$$- \quad \text{Ec.17}$$

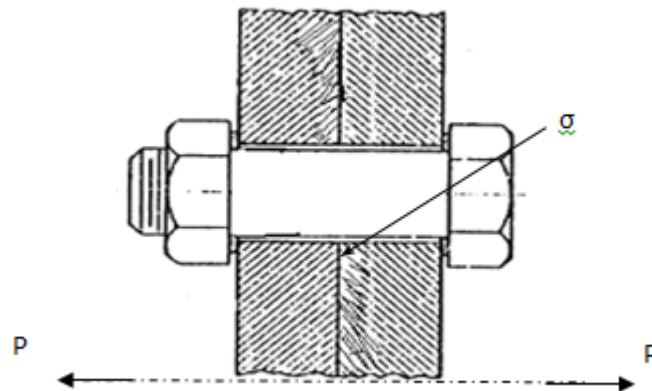


Figura 16. Unión no permanente sujeta por un perno, sometida a la acción de una carga P de tracción.

Fuente: Tassoni, D. (2006). Elementos de máquinas. Primera Edición.

En las expresiones anteriores, si hay más de un perno resistente a la carga P, se toma en cuenta el aporte de cada uno de ellos, considerando que para la expresión genérica el valor del área vendrá dado por

$$\text{Ec.18}$$

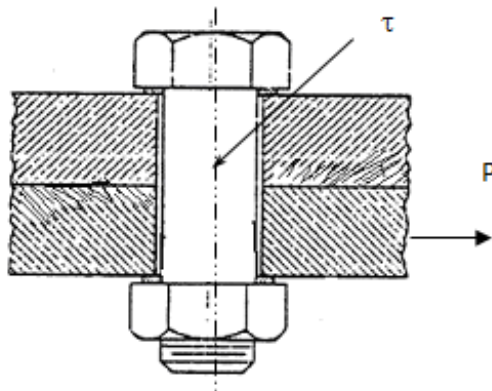


Figura 17. Unión no permanente sujeta por un perno, sometida a la acción de una carga P de corte.

Fuente: Tassoni, D. (2006). Elementos de máquinas. Primera Edición.

En este mismo caso los valores anteriores de las tensiones de corte en la base de los filetes como muestra la figura 17, tanto de cada tornillo, como de cada una de las tuercas deberá verse modificado por ese número de elementos de unión presentes, estas tensiones vienen dadas por la siguiente expresión

$$\tau = \frac{P}{n \cdot A_f} \quad \text{Ec.19}$$

Ecuación 19 tensiones de corte en la base de los filetes

El criterio de diseño será el que arroje el menor valor entre los siguientes:

$$\tau = \frac{P}{n \cdot A_f} \quad \text{Ec.20}$$

2.2.16.2 Soportes Atornillados.

Estos soportes serán objeto de interés en el presente aparte y estos sometidos a corte, el soporte es lo suficientemente resistente, el efecto directo de la carga P será soportado homogéneamente, por cada uno de los pernos; es decir que, siendo $n =$ número de pernos, sobre cada uno actuará una carga directa, dada por la ecuación y forma directa, $P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P/4$;

determinada esta magnitud, sólo resta indicar que la acción de cada una de ellas, es paralela a la carga P y en su misma dirección

–

Ec.21

2.2.16.3 Mecánica de los tornillos de potencia

Un tornillo de potencia es un dispositivo que se utiliza en maquinaria para cambiar el movimiento angular a movimiento lineal y, por lo general, para transmitir potencia. Entre las aplicaciones familiares se incluyen los tornillos de tornos y los tornillos para prensas de banco, prensas de sujeción y gatos. (ver ejemplo figura 18)



Figura 18. Gato de tornillo sinfín Joyce

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2020)

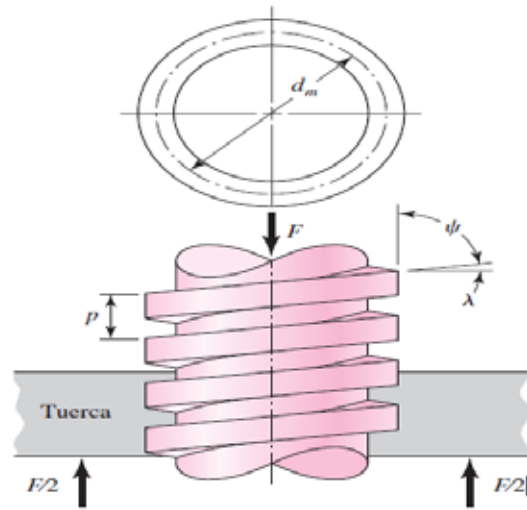


Figura 19. Parte de un tornillo de potencia.

Fuente: Budynas, R. y Nisbett, J. (2.008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley.

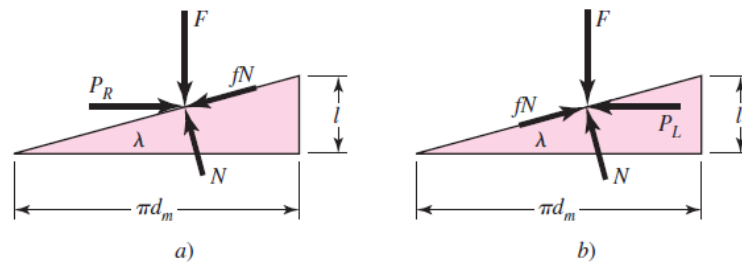


Figura 20. Diagramas de fuerza: *a)* al subir la carga; *b)* al bajar la carga.

Fuente: Budynas, R. y Nisbett, J. (2.008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley.

2.2.16.4 Sujetadores roscados

A medida que se estudien las secciones sobre sujetadores roscados y su uso, se debe estar alerta a la presencia de una mezcla de puntos de vista estocásticos y determinísticos. En la mayoría de los casos, la amenaza es por sobrecargar a los sujetadores, lo que se logra mejor mediante métodos estadísticos. La amenaza de la fatiga es menor y los métodos determinísticos tal vez sean adecuados. La longitud ideal del tornillo es aquella donde sólo sobresalen una o dos roscas de la tuerca después de que se aprieta.

Los agujeros de los tornillos quizás presenten rebabas o bordes agudos después de su formado, que podrían penetrar en el entalle e incrementar la concentración del esfuerzo. Por lo tanto, para prevenir este problema, siempre deben usarse arandelas debajo de la cabeza del perno. Deben ser de acero endurecido y cargadas en el perno de manera que el borde redondeado del agujero estampado esté de frente al tornillo. Algunas veces también es necesario emplear arandelas debajo de la tuerca.

El propósito de un tornillo es sujetar dos o más partes. La carga de sujeción estira o alarga el tornillo; la carga se obtiene haciendo girar la tuerca hasta que el tornillo se alargue casi hasta su límite elástico. Si la tuerca no se afloja, la tensión en el tornillo permanece como la fuerza de precarga o de sujeción.

Cuando se aprieta, el mecánico debe, si es posible, mantener estacionaria la cabeza del tornillo y hacer girar la tuerca: de esta manera el cuerpo del tornillo no sentirá el par de torsión de fricción de la rosca. La cabeza de un tornillo hexagonal es un poco más delgada que la de un perno de cabeza hexagonal.

Las dimensiones de los tornillos de cabeza hexagonal se presentan en la figura 21. Los tornillos de cabeza hexagonal se emplean en las mismas aplicaciones que los pernos y también en los que uno de los elementos que se sujetan está roscado

Tamaño nominal, pulg	Radio mínimo de filete	Tipo de tornillo		Altura H
		Prisionero W	Pesado W	
$\frac{1}{4}$	0.015	$\frac{7}{16}$		$\frac{5}{32}$
$\frac{5}{16}$	0.015	$\frac{1}{2}$		$\frac{13}{64}$
$\frac{3}{8}$	0.015	$\frac{9}{16}$		$\frac{15}{64}$
$\frac{7}{16}$	0.015	$\frac{5}{8}$		$\frac{9}{32}$
$\frac{1}{2}$	0.015	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{5}{16}$
$\frac{5}{8}$	0.020	$\frac{15}{16}$	$1\frac{1}{16}$	$\frac{25}{64}$
$\frac{3}{4}$	0.020	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{15}{32}$
$\frac{7}{8}$	0.040	$1\frac{5}{16}$	$1\frac{7}{16}$	$\frac{35}{64}$
1	0.060	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{8}$	$\frac{39}{64}$
$1\frac{1}{4}$	0.060	$1\frac{7}{8}$	2	$\frac{25}{32}$
$1\frac{3}{8}$	0.060	$2\frac{1}{16}$	$2\frac{3}{16}$	$\frac{27}{32}$
$1\frac{1}{2}$	0.060	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{3}{8}$	$\frac{15}{16}$

Tamaño nominal, mm				
M5	0.2	8		3.65
M6	0.3	10		4.15
M8	0.4	13		5.50
M10	0.4	16		6.63
M12	0.6	18	21	7.76
M14	0.6	21	24	9.09
M16	0.6	24	27	10.32
M20	0.8	30	34	12.88
M24	0.8	36	41	15.44
M30	1.0	46	50	19.48
M36	1.0	55	60	23.38

Figura 21. Dimensiones de tornillos de cabeza hexagonal común y pesada

Fuente: Budynas, R. y Nisbett, J. (2.008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley.

2.2.16.5 Rigidez del sujetador

Cuando se desea realizar una conexión que se pueda desensamblar sin el empleo de métodos destructivos y que sea suficientemente fuerte para resistir cargas externas de tensión, cargas debidas a momentos y cargas de cortante, o una combinación de ellas, una buena solución es la unión atornillada simple que tenga arandelas de acero endurecido. Una unión de ese tipo puede resultar peligrosa, a menos que se diseñe de manera adecuada y la ensamble un mecánico capacitado. Como se mencionó con anterioridad, el propósito del perno consiste en sujetar dos o más partes.

Apretando la tuerca se estira el perno, y de esta manera se produce la fuerza de sujeción, que se llama pre-tensión o precarga del perno. Existe en la conexión después de que la tuerca se apretó en forma apropiada, sin importar si se ejerce o no la fuerza externa de tensión P . Por supuesto, como los miembros se están sujetando, la fuerza de sujeción que produce tensión en el perno induce compresión en los elementos. En la figura 22 se muestra otra conexión sometida a tensión.

En la unión se usan tornillos de cabeza roscados en uno de los elementos. Un método alternativo a este problema (de no emplear una tuerca) sería utilizar birlos, que es una varilla roscada en ambos extremos. El birlo primero se atornilla en el elemento inferior; luego, el elemento superior se posiciona y se sujeta con arandelas y tuercas endurecidas.

Los birlos se consideran como permanentes, por lo cual la unión se desensambla con sólo quitar la tuerca y la arandela. De esta manera, la parte roscada del elemento inferior no se daña al reutilizar las roscas.

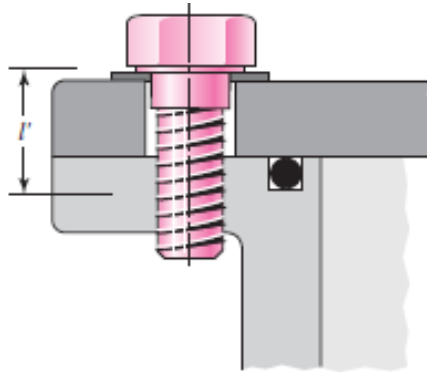


Figura 22. Vista en sección de un recipiente a presión cilíndrico hexagonal.

Fuente: Budynas, R. y Nisbett, J. (2008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley.

2.2.16.6 Carga por fatiga de uniones a tensión

En la figura 23 se muestran los factores promedio de la reducción de la resistencia a la fatiga del filete ubicado debajo de la cabeza del perno y también en el inicio de las roscas del cuerpo del perno. Dichos factores ya están corregidos y toman en cuenta la sensibilidad a la muesca y al acabado superficial. Los diseñadores deben estar conscientes de que tal vez se originen situaciones en las cuales sería recomendable investigar estos factores de manera más minuciosa, puesto que en la tabla sólo se dan valores promedio. Peterson hace notar que la distribución de las fallas comunes de pernos está aproximadamente 15% por debajo de la cabeza, 20% al final de la rosca y 65% en la rosca, en la cara de la tuerca.

El empleo de roscas laminadas es el método predominante de formación de roscas en sujetadores de tornillo. En el laminado de roscas, el diseñador desconoce la cantidad de trabajo en frío y de endurecimiento por deformación; por lo tanto, en la figura 24 se da la resistencia a la fatiga axial completamente corregida (incluyendo K_f). Es necesario anticipar que las resistencias a la fatiga serán mucho menores. La mayoría de las veces, el tipo de carga de fatiga que se encuentra en el análisis de uniones con pernos, la carga aplicada de manera

externa fluctúa entre cero y alguna fuerza máxima P .

Grado SAE	Grado métrico	Roscas laminadas	Roscas cortadas	Filete
0 a 2	3.6 a 5.8	2.2	2.8	2.1
4 a 8	6.6 a 10.9	3.0	3.8	2.3

Figura 23. Factores de concentración del esfuerzo de fatiga K_f de elementos roscados

Fuente: Budynas, R. y Nisbett, J. (2.008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley.

Grado o clase	Intervalo de tamaños	Resistencia a la fatiga
SAE 5	$\frac{1}{4}$ -1 pulg	18.6 kpsi
	$1\frac{1}{8}$ - $1\frac{1}{2}$ pulg	16.3 kpsi
SAE 7	$\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$ pulg	20.6 kpsi
SAE 8	$\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$ pulg	23.2 kpsi
ISO 8.8	M16-M36	129 MPa
ISO 9.8	M1.6-M16	140 MPa
ISO 10.9	M5-M36	162 MPa
ISO 12.9	M1.6-M36	190 MPa

Figura 24. Resistencias a la fatiga completamente corregidas de pernos y tornillos con roscas laminadas

Fuente: Budynas, R. y Nisbett, J. (2.008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley.

2.2.16.7 Remaches

Se llama remache a una pieza de sección transversal circular de acero dúctil forjado en el sitio para unir entre sí varias piezas de acero. El remache se fabrica con una cabeza especial, que se denomina cabeza manufacturada, instalada mediante una pistola remachadora la cual forma otra cabeza, durante la instalación. El proceso completo se llama remachado.

El remachado es esencialmente un proceso de forja, que se ha desarrollado partiendo de un proceso de martillado a mano hasta llegar al método actual de colocación a máquina.

El proceso de remachado puede ser realizado en caliente, normalmente para obras pequeñas realizadas en taller, o para remaches grandes (más de 1”), o puede realizarse en frío, para remachados en campo (remaches de ½” a 7/8”) (ver figura 25). Inicialmente la cabeza de los remaches se conseguía a golpe de martillo, actualmente todo está simplificado por el uso de maquinaria especial. Para realizar el remachado primero se perfora la chapa a unir, se coloca el remache (frío o caliente) en la perforación y se conforma la otra cabeza, tal como se muestra en la figura de abajo

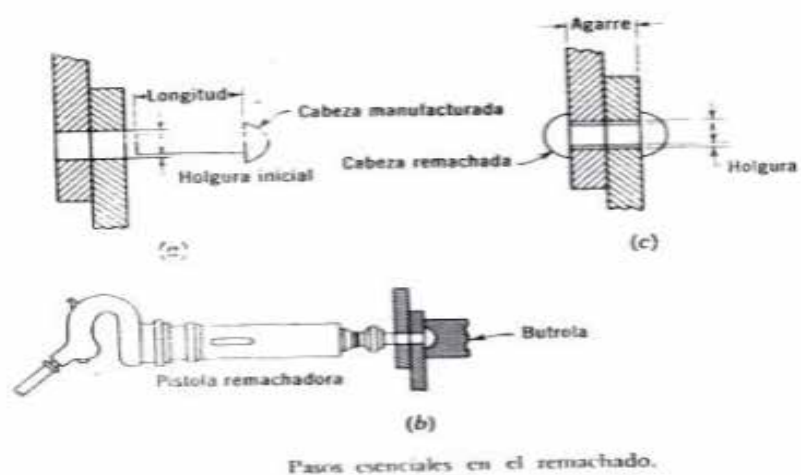


Figura 25. Realización del Proceso de remachado

Fuente: Cortesía Ing. Miguel A. Ruiz Orellana

Ø Tipos de remaches

Se puede clasificar los remaches por dos categorías:

- Por el tipo de carga que resisten.
- Por la forma del remache.

Por el tipo de carga se tienen remaches a carga axial, a carga cortante, y remaches a carga excéntrica; siendo que por la forma se encuentra remaches de cabeza semiesférica, cabeza avellanada, remaches huecos y remaches de cabeza de hongo.

Siendo que en el diseño mecánico se encuentran más los de cabeza semiesférica se prestara especial atención en ellos. Los remaches de cabeza de hongo se utilizan para unir chapas muy delgadas, mientras que los remaches huecos además de unir chapas delgadas pueden ser utilizados para cuero, cartón u otros. En la figura 26 se muestran las formas típicas de los remaches.

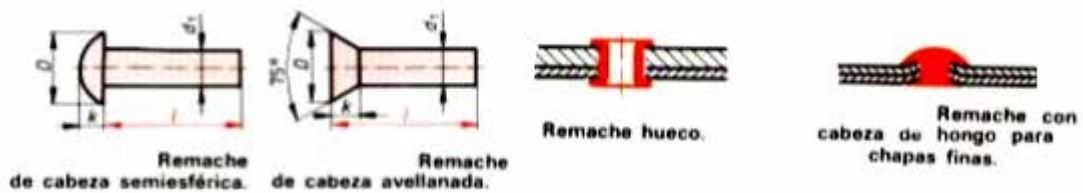


Figura 26. Forma típica de los remaches.

Fuente: Cortesía Ing. Miguel A. Ruiz Orellana

2.2.17 Soldadura

La soldadura es un medio de unión permanente, que se utiliza ampliamente en la construcción de elementos de máquina, y en la reparación de algunos de ellos. Es, así mismo, una unión íntima entre dos porciones de metal (iguales o distintos) en la cual se utiliza, generalmente, un material adicional, denominado material de aporte, cuyo punto de fusión puede ser diferente (usualmente menor) a la temperatura de fusión del (o de los) material (es) a unir. En caso de iguales materiales a soldar, se suele utilizar el mismo material; por ejemplo, para soldar dos piezas de hierro dulce, se utilizan varillas del mismo material, las cuales funden a la misma temperatura, conjuntamente con los bordes de las piezas a soldar.

En cuanto a los procedimientos por medio de los cuales se puede soldar, estas uniones se pueden clasificar en soldaduras por presión y soldaduras por fusión.

En el primer caso se calientan las dos superficies de las piezas a soldar hasta que alcancen el estado pastoso; luego se ejerce presión sobre ellas hasta que, mientras se enfrían, se unen. En este caso no se trabaja con aporte de material.

La figura 27 refleja los tipos de soldadura por fusión

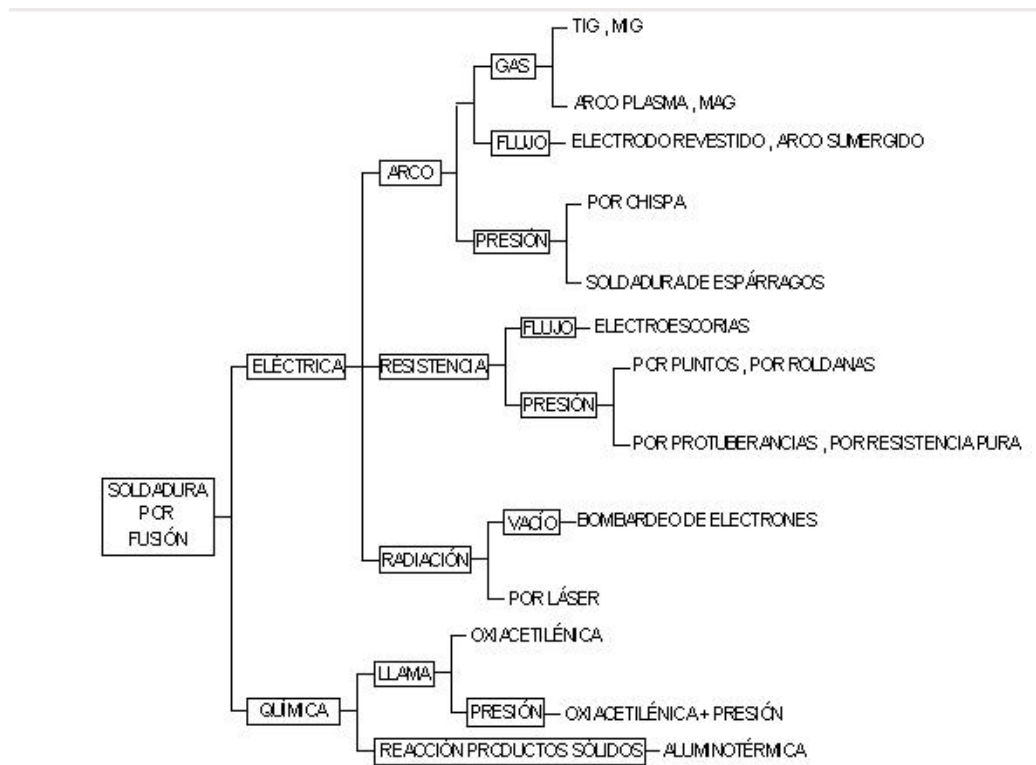


Figura 27. Tipos de soldadura por fusión

Fuente: Ingemecanica.com. (2019).

2.2.17.1 Tipos de Soldadura

Entre este tipo de soldaduras se puede mencionar la soldadura por resistencia a puntos o por costura. En el caso de soldaduras por fusión, generalmente se funden los metales en las superficies a soldar, y se agrega material fundido adicional (material de aporte). Entre este tipo de soldadura se puede señalar la soldadura de arco eléctrico, que es la más común en aceros y metales en general; también la soldadura autógena, con oxígeno y acetileno,

gases cuya combustión produce el calor necesario para la fusión del material de aporte.

Esta soldadura es muy útil para cortar piezas de metal. Independientemente de los procedimientos utilizados para soldar, y de las características del material de aporte, se debe señalar que para los metales cuya resistencia mecánica aumenta con los tratamientos térmicos, como el temple, o para aquellos en los cuales esto ocurre a causa de algunas operaciones mecánicas, como el estirado o el trefilado en frío, se hace más difícil la soldadura, que en el caso que estos mismos materiales hubiesen sufrido un tratamiento de recocido. Esto indica que las piezas soldadas deben ser recocidas, y sometidas a un eventual tratamiento térmico posterior, si se desea que presenten una resistencia mecánica homogénea en toda su extensión.

Después de estas necesarias generalidades considerar los casos típicos de uniones permanentes soldadas, producto de la inclusión de material de aporte.

Ø Soldadura a Tope

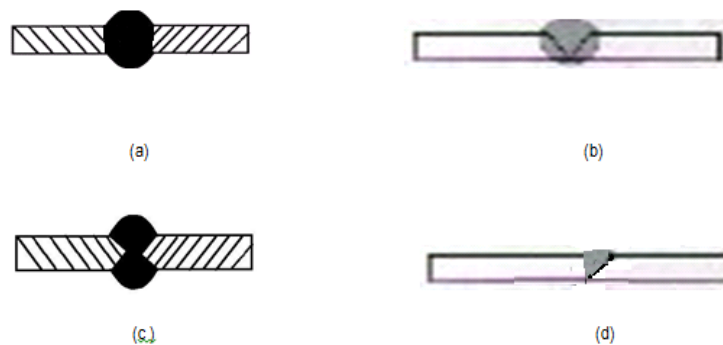


Figura 28. Soldaduras a Tope, sometidas a tracción o compresión: (a) tope con extremos rectos; (b) bisel a 60°; (c) doble bisel a 60°; (d) bisel simple a 45°

Fuente: Tassoni, D. (2006). Elementos de máquinas. Primera Edición

Para el caso más general de soldadura a tope sometida a tensiones de tracción o de compresión, consideraremos el caso representado en la figura 28 en la cual se señala la existencia de cargas de tracción, se puede realizar un

estudio análogo, para cargas de compresión

Para el sistema de cargas indicado en la figura 29 obtenemos una tensión aplicada dada por la expresión

—

Ecuación 22: Cargas en soldaduras a tracción o compresión

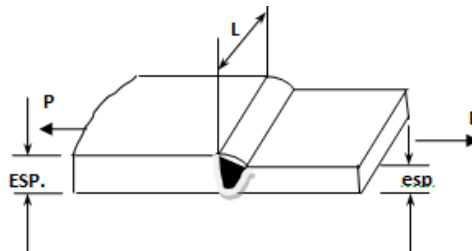


Figura 29. Soldadura a tope, de dos láminas de distinto espesor, sometidas a tracción ($ESP > esp.$)

Fuente: Tassoni, D. (2006). Elementos de máquinas. Primera Edición

Para este cálculo es necesario determinar el valor real del área A , el cual estará determinado por el espesor de garganta que tomaremos, en este caso, como el espesor más delgado de las láminas multiplicado por la longitud efectiva del cordón de soldadura L_e ; para este caso, y para todos los casos que se consideren en adelante, esta longitud efectiva del cordón de soldadura será el expresado por

Ec.23

Para el caso de soldaduras a tope, sometidas a tensiones de corte (figura 30), valor de la tensión de corte presente viene dado por

t ———

Ec.24

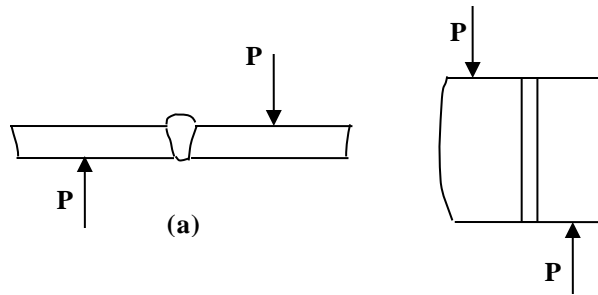


Figura 30. Soldaduras a Tope, con bisel, sometida a corte: en (a) con la carga P perpendicular a la superficie principal de las láminas, y en (b) con la carga P paralela al cordón de soldadura

Fuente: Tassoni, D. (2006). Elementos de máquinas. Primera Edición

Ø Soldadura en Ángulo.

Este tipo de soldadura, se utiliza para múltiples sistemas de carga, y distintas geometrías de las piezas a unir: consideraremos los casos más frecuentes. Para las soldaduras en ángulo sometidas a tensiones de tracción o de compresión, el caso representado en la figura 31, en el cual se señala la existencia de cargas de tracción **P**; debemos considerar que el área efectiva que resiste esta acción es la indicada por el área de la garganta **G** de dicha figura.

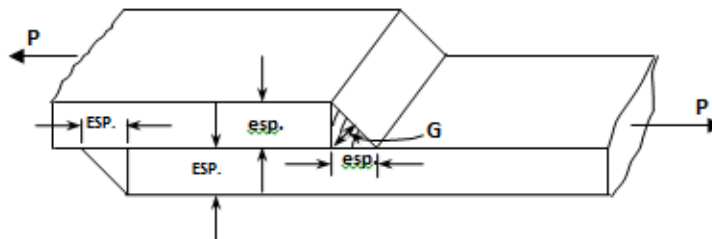


Figura 31. Soldaduras en ángulo, sometida a tracción, entre dos láminas de distinto espesor (**ESP. > Esp.**); **G** es el área de garganta de cada cordón de soldadura, tomado en cada caso particular.

Fuente: Tassoni, D. (2006). Elementos de máquinas. Primera Edición

2.2.18 Consideraciones para uniones soldadas.

El comportamiento de una cualquier pieza diseñada, y sus resultados definitivos en la práctica, es decir, cuando la pieza esté funcionando, dependerán, de lo preciso que ha sido el operario que la ha manufacturado; por ejemplo, un tornero que, al elaborar un eje, reduzca en una décima de milímetro el radio que el cálculo resistente ha arrojado por parte del diseñador de dicho eje; definitivamente, cuando esta pieza entre en funcionamiento, no estará operando según lo que el diseñador supuso en sus cálculos, y no siempre podemos esperar que el factor de seguridad utilizado, pueda cubrir esta deficiencia inicial. Además, de los otros factores que influyen en el comportamiento de las piezas y que ya se ha señalado.

La habilidad del operario, si bien es importante en todo proceso de manufactura, adquiere relevancia capital, en el caso de la soldadura. Quien calcule una soldadura, deberá, en primer lugar, conocer pormenorizadamente la capacidad y calidad de los operarios soldadores que tiene a disposición. De esto dependerá la selección, entre otras cosas, de un factor de seguridad N , mayor o menor, por parte del diseñador. Otra consideración que deberá tener presente quien calcule una unión soldada, es el de la resistencia a la fluencia del material base de aporte, que se está utilizando en la soldadura.

Al principio de ese aparte, se indicó que las piezas soldadas deben ser recocidas, si se desea que presenten una resistencia mecánica homogénea en toda su extensión y esto es particularmente válido para el propio material de aporte, o para el material de la zona pastosa de las piezas soldadas por presión, en las cuales no hay material de aportación.

Para la soldadura de arco eléctrico, se encuentran tabulados, por parte de los fabricantes, los valores de la resistencia de fluencia S_y , del material base de los electrodos; pero no se debe utilizar este valor, sino el establecido en la práctica por mandato de las normas que rigen las uniones soldadas (en Venezuela por COVENIN ha elaborado normas para uniones soldadas).

Pero, por lo general, estas normas no se alejan de la siguiente práctica, que se puede utilizar a falta de mayor y pertinente información al respecto; se introduce el término de Resistencia Permisible, $S_{Y\text{permisible}} = S_{Yp}$, el cual depende de la soldadura de arco y de la tensión aplicada, así:

- Para soldadura a tracción o a compresión, $S_{Yp} = 0,6 S_Y$.
- Para soldadura a corte, $S_{Y\text{corte}} = 0,4 S_Y$.

Otro de los aspectos que deberá tenerse en cuenta, al momento de diseñar una unión soldada, es que la misma, debido a su geometría, a su acabado superficial, y al propio sistema de carga que deberá estar soportando durante su funcionamiento, en algunos casos, muy probablemente tendrá que diseñarse a tensiones combinadas, fatiga, concentración de tensiones y/o la combinación de estas. Para soldaduras sometidas a fatiga, los valores de los coeficientes de concentración de tensiones K_f vienen dados por:

- Soldaduras a tope, $K_f = 1,2$.
- Cordón no paralelo a la carga, $K_f = 1,5$.
- Cordón paralelo a la carga, $K_f = 2,7$.
- Unión soldada en “T”, $K_f = 2,0$.

Para todos estos casos, el límite de fatiga del material del electrodo, debe tomarse como la mitad de su resistencia a la ruptura, esto es, $S'_n = 0,5 S_u$. Así mismo, deberá utilizarse un factor de seguridad $N > 1,75$

2.2.19 Resortes.

Se hace referencia que todo elemento de máquina que opere en la zona elástica del material con el cual fue fabricado, puede actuar como un resorte: se deforma, almacena energía (en forma de energía potencial), y la devuelve al recuperar sus dimensiones originales. Pero, un resorte otorga una ventaja comparativa en relación a un elemento de máquina cualquiera, pues él está diseñado para cumplir esta función. Estos cuerpos pueden presentar flexibilidad hasta el grado que pretenda el diseñador. La flexibilidad puede ser

lineal o no lineal al relacionar la deflexión con la carga. Estos dispositivos permiten la aplicación controlada de una fuerza o de un par de torsión; el almacenamiento y la liberación de energía representan otro posible propósito. La flexibilidad permite la distorsión temporal para el acceso y la restauración inmediata de la función.

Debido al valor que la maquinaria tiene para los diseñadores, los resortes se han estudiado con meticulosidad; además, se producen en masa (y, por lo tanto, son de bajo costo) y se han determinado configuraciones ingeniosas para lograr una variedad de propiedades deseadas al hablar de deformaciones sabemos que mientras mayores sean las dimensiones de determinado elemento de máquina, mayor su deformación; a mayor longitud, mayor deformación para una misma carga, d = diámetro del alambre del resorte; D_i = diámetro interno del resorte; D_e = diámetro externo del resorte; D = diámetro medio del resorte, la figura 32 muestra las aplicaciones más comunes del resorte helicoidal .

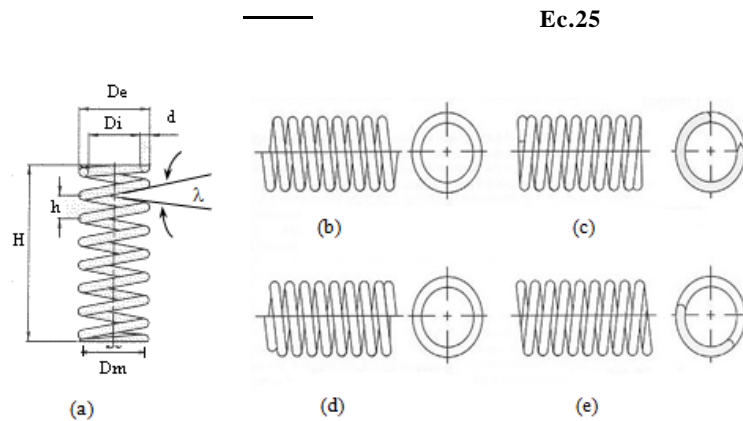


Figura 32. Resorte helicoidal a compresión; (a) vista lateral; (b) con extremos abiertos; (c) con extremos abiertos y desbastados; (d) con extremos doblados; y (e) con extremos doblados y desbastados.

Fuente: Tassoni, D. (2006). Elementos de máquinas. Primera Edición

2.2.20 Amortiguadores

Los amortiguadores son un órgano destinado a servir de tope deformable de final de recorrido y constituido por un sistema de frenado por fluido o muelle (u otro dispositivo equivalente). Los amortiguadores (en inglés Puffer), son un órgano destinado a servir de tope deformable de final de recorrido y constituido por un sistema de frenado por fluido o muelle (u otro dispositivo equivalente).

Los ascensores deben estar provistos de amortiguadores (ver figura 33) , para detener la cabina o el contrapeso (en caso de un ascensor eléctrico) si es necesario. Los amortiguadores se sitúan generalmente en el foso al final del recorrido de la cabina o del contrapeso.

También pueden montarse en la parte inferior del bastidor de la cabina; en este caso, según la Normativa EN 81.1, deben golpear en el foso sobre un pedestal, uno por cada amortiguador, de 0.50 m de altura para que quede espacio de protección en que resguardarse, en caso necesario, el personal de mantenimiento que este eventualmente trabajando en el foso.



Figura 33. Amortiguadores de ascensores

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2020)

2.2.20.1 Tipos de amortiguadores

Los amortiguadores pueden ser de 3 tipos:

- Elásticos (de caucho): están formados por un cilindro de caucho. Se pueden utilizar cuando la velocidad de la cabina no supera los 0,60 m/s. En montacargas se pueden utilizar este tipo de amortiguadores.
- De resorte: se pueden utilizar cuando la velocidad de la cabina no supera los 1,75 m/s.
- Hidráulicos: se pueden utilizar, en cualquier caso.

Los amortiguadores de resorte están formados por un alambre o barra de acero de sección circular, arrollada en forma helicoidal. Para facilitar su fijación el muelle va soldado a una placa base. Estos amortiguadores también denominados de acumulación de energía, pueden ir equipados con amortiguadores de retorno. Los amortiguadores hidráulicos están formados por un émbolo hueco ajustado a un cilindro que forma el cuerpo amortiguador. El cilindro contiene un aceite especial, que, al bajar el émbolo presionado por una carga exterior, va entrando en su interior a través de unos orificios, de sección regulable. De la sección total de los orificios depende la velocidad con que bajará el émbolo. Un muelle que se comprime al bajar el émbolo se encarga de reponerlo a su posición inicial, una vez que cese la fuerza que lo presiona.

2.2.21 Cojinetes

Los términos cojinete de contacto rodante, cojinete antifricción y cojinete de rodamiento se emplean para describir la clase de cojinete en la cual se transfiere la carga principal mediante elementos que experimentan contacto rodante en vez de contacto deslizante. En un cojinete de rodamiento, la fricción inicial aproximadamente duplica la fricción de operación, pero aun es despreciable en comparación con la fricción inicial de un cojinete de manguito.

La carga, la velocidad y la viscosidad de operación del lubricante afectan las características de fricción de un cojinete de rodamiento. Probablemente no sea adecuado describir un cojinete de rodamiento como antifricción, pero este término se utiliza a menudo en la industria. Desde el punto de vista del

diseñador mecánico, el estudio de cojinetes antifricción difiere en varios aspectos cuando se compara con el estudio de otros elementos, porque los cojinetes especificados ya existen.

El especialista se enfrenta con el problema de idear un grupo de elementos que componen un cojinete de rodamiento; dichos elementos se deben diseñar para adaptarlos a un espacio cuyas dimensiones se establecen; hay que diseñarlos para recibir una carga con ciertas características; y, finalmente, los elementos se conciben para tener una vida satisfactoria cuando operen bajo las condiciones determinadas. Por lo tanto, los especialistas en cojinetes deben considerar factores como la carga de fatiga, la fricción, el calor, la resistencia a la corrosión, problemas cinemáticos, propiedades de los materiales, lubricación, tolerancias de maquinado, ensamble, uso y costo.

Una vez que se han tomado en cuenta estos factores, los especialistas en cojinetes llegan a un compromiso, que, a su juicio, representa una buena solución para el problema enunciado. Se dará inicio con un panorama general de los tipos de cojinetes, y luego se hará notar que la vida de los cojinetes no se puede describir de manera determinística. Se presenta la invariante, la distribución estadística de la vida, que se representa por la distribución de Weibull. Existen algunas ecuaciones determinísticas útiles en las que se considera el efecto carga-vida a confiabilidad constante y se introduce la clasificación de catálogo en la vida nominal. La figura 34 muestra tanto la nomenclatura típica como las partes de un cojinete

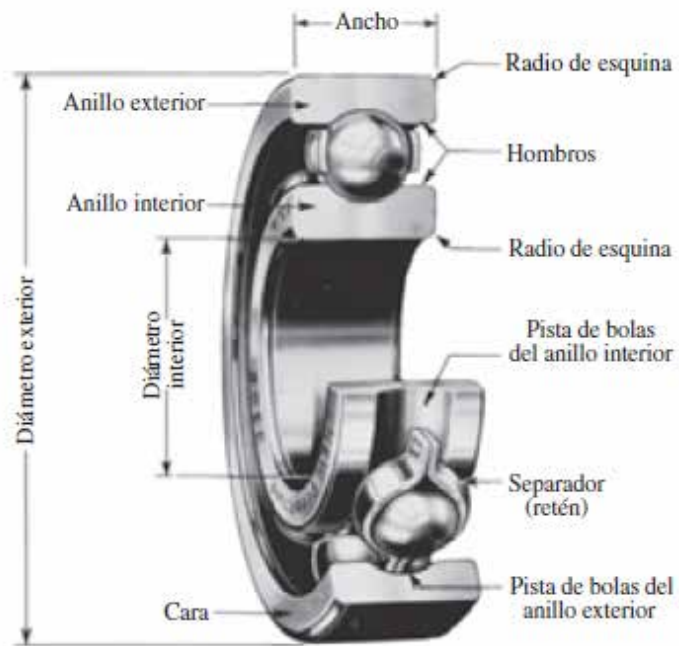


Figura 34. Partes de un cojinete de bolas.

Fuente: Mecanicaelectric.blogspot.com(2012)

2.2.22 Frenos

Estos, en cualquiera de sus tipos, son aditamentos mecánicos diseñados y realizados para, principalmente y en todo momento, controlar el flujo de potencia mecánica en dispositivos accionados por este tipo de energía. Se busca recalcar, en este momento, que se habla de un conjunto de piezas: de un aditamento mecánico que ejerce su acción sobre dispositivos. Para ilustrar su funcionamiento, y visualizar las variables que entran en juego en el mismo, se considera lo señalado por la figura 35 en esta se muestra un disco (tambor) que gira sobre su eje, y que debe ser frenado. Esta última acción se ejerce por medio de la zapata señalada en dicha figura, la cual presenta en su extremo un material de fricción.

Este último se denomina de esta manera, puesto que es un material con las siguientes características: alto coeficiente de fricción, μ , frente a la mayoría de

los materiales metálicos; buena resistencia al desgaste, y a las altas temperatura que se generan durante su funcionamiento por efecto del roce; mínima (o reducida) variabilidad del coeficiente de fricción ante la presencia, indeseada, de aceites, otros fluidos, o humedad en las superficies involucradas en el roce; buena conductividad térmica, que permita que el calor generado pueda ser transferido, rápidamente, a los componentes metálicos del conjunto, y cedido por los mismos al ambiente, para contribuir al no recalentamiento del freno; por último, pero no por ello menos importante, buena resistencia mecánica, sobre todo ante la presión a la cual va a estar sometido cuando se aplique las cargas que producirán el contacto y el roce, entre las partes actuantes del freno.

El área de la superficie de contacto, entre el material de fricción y la superficie del elemento que gira, es A . Para frenar el movimiento del elemento, se aplica una carga F en la zapata, tal y como se muestra en la figura 35; esto produce la aparición de una fuerza normal N entre la superficie, la cual, distribuida sobre toda el área plana de contacto, se traduce en una presión dada por.

— Ec.26

Ecuación 25: Presión ejercida en frenos.

Al mismo tiempo, si consideramos la sumatoria de los momentos alrededor del pasador de fijación **A** de la referida figura, podemos escribir.

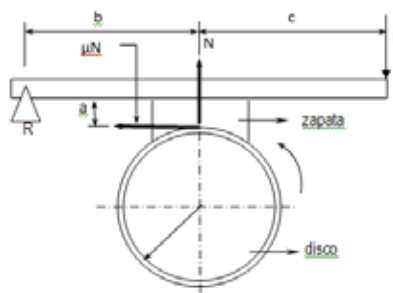


Figura 35. Nomenclatura de un Freno

Fuente: Tassoni, D. (2006). Elementos de máquinas. Primera Edición

Si el material de fricción que estamos utilizando (o hemos seleccionado para el diseño) puede soportar pa , obtenemos el valor máximo de la carga F que puede aplicarse a la zapata, para no sobrepasar el valor de presión que puede soportar el material de fricción.

Ec.27

2.2.23 Relación de transmisión

Se denomina relación de transmisión (i) a la relación de velocidades angulares que existe entre dos ejes que están conectados de alguna forma, ya sea por medio de engranajes, correas, cadenas, etc. Las modernas transmisiones de banda plana consisten en un núcleo elástico fuerte rodeado por un elastómero; estas bandas tienen notables ventajas sobre las transmisiones de engranes y las de banda en V. Una transmisión de banda plana presenta una eficiencia de aproximadamente 98%, que es más o menos igual a la de una transmisión por engranes. Por otro lado, la eficiencia de una transmisión de banda en V varía de casi 70 a 96%. Las de banda plana producen muy poco ruido y absorben más vibración torsional del sistema que las de banda en V o los engranes.

Al adherirse la correa a las poleas, las cuales van rígidamente montadas al eje motor y eje conducido, se transmite el movimiento por fricción, es decir, por efecto del rozamiento existente entre poleas y correa. La correa de transmisión suele ser una cinta de cuero o caucho o cualquier otro material flexible y resistente, que permita la transmisión del movimiento entre ambas poleas. La correa debe mantenerse lo suficientemente tensa para que el movimiento se transmita sin deslizamientos. La correa puede ser plana, trapecial, o dentada. La relación de transmisión (i) es el cociente entre la velocidad angular de salida (la de la polea conducida, n_2) y la de entrada (la de

la polea motriz, n_1), y coincide con el cociente entre el diámetro de la polea conductora (d_1) y el de la polea conducida (d_2).

— —

Ec.28

2.2.24 Correas

Una correa o banda es un elemento flexible capaz de transmitir potencia que asienta en forma ajustada sobre un conjunto de poleas, lisas o acanaladas, la figura 36 muestra una disposición básica. Cuando se utiliza para reducción de velocidad, su uso más común, la polea más pequeña se monta en el eje de mayor velocidad, como por ejemplo el eje de un motor eléctrico. La polea de mayor tamaño se monta en la máquina que es impulsada. La correa se diseña de tal manera que ella gira alrededor de las dos poleas sin deslizarse. La correa se instala colocándola entre las dos poleas mientras la distancia central entre ellas se reduce.

Luego se tensan las dos poleas colocando la correa con una tensión inicial relativamente alta. Cuando se transmite potencia, la fricción provoca que la correa se adhiera a la polea impulsora, y, a su vez, se incrementa la tensión de un lado al que se le denomina lado tensado del impulsor. La fuerza de tracción que se genera en la correa ejerce una fuerza tangencial sobre la polea que es impulsada. El lado opuesto de la correa también está en tensión, pero de mucho menor valor, y, por lo tanto, recibe el nombre de lado flojo del impulsor. Existen cuatro tipos principales de correas de transmisión:





TIPO DE CORREA	FIGURA	JUNTA	INTERVALO DE TAMAÑOS	DISTANCIA ENTRE CENTROS
Plana		Si	$t = 0.75$ a 5 mm	No hay límite superior
Redonda		Si	$d = 1/8$ a $3/4$ in	No hay límite superior
Trapezoidal o en V		Ninguna	$b = 8$ a 19 mm	Limitada
Reguladora		Ninguna	$p = 2$ mm y mayor	Limitada

Figura36. Tipos de Correas.

Fuente: Tassoni, D (2016) Introducción al Diseño Mecánico.

Correas planas Actualmente ya en desuso y sustituidas gradualmente por las trapezoidales, se utilizaban sobre todo en aquellas transmisiones donde no se requerían grandes prestaciones, esto es, que no se transmiten grandes pares ni la velocidad lineal que alcanza la correa es elevada (< 5 m/s). También pueden emplearse cuando la distancia entre ejes de poleas es elevada. Las correas planas se dividen a su vez en correas sin fin, también llamadas correas continuas, y correas abiertas, que se denominan así porque se suministran abiertas para su montaje y posteriormente son cerradas mediante grapas o pegamento industrial.

Eficiencia: 98%. Correas en V o de sección trapezoidal: Las correas en V permiten transmitir pares de fuerzas más elevados, y una velocidad lineal de la correa más alta, que puede alcanzar sin problemas hasta los 30 m/s. Son ligeramente menos eficientes que las planas, pero varias pueden montarse paralelas en poleas ranuradas especiales; por tanto, constituyen así una

transmisión múltiple. Eficiencia: 96%. Correas dentadas o síncronas tienen aplicación sobre todo en aquellas transmisiones compactas y que se requieren transmitir alta potencia. En este caso se deben emplear poleas de pequeño diámetro, y las correas dentadas ofrecen mayor flexibilidad y mejor adaptabilidad al dentado de la polea. Por otro lado, también permiten ofrecer una relación de transmisión constante entre los ejes que se acoplan. Eficiencia: 75%.

2.2.25 Poleas

Se conoce como polea a una máquina simple diseñada para transmitir fuerza y operar como un mecanismo de tracción, reduciendo la cantidad de fuerza necesaria para mover o suspender en el aire un peso. Consiste en una rueda que gira sobre un eje central y provisto de un canal en su periferia por donde pasa una cuerda. La polea puede definirse además como el punto de apoyo de una cuerda que se mueve en torno a él sin darle una vuelta completa; tal es la definición del científico francés Hatón de la Goupillière. Así, en uno de los extremos de dicha cuerda actúa una resistencia o peso, mientras en la otra una potencia o fuerza.

El uso de poleas es muy frecuente en los ámbitos de la construcción, la carga o descarga de vehículos y muchos otros, en los que se requiere de un sistema para movilizar grandes pesos con una fuerza considerablemente menor; por ejemplo, el mecanismo diseñado para extraer agua de un pozo profundo, tan común en películas y el imaginario medieval, consiste en un cubo atado a una cuerda que pasa a través de una polea. Así, al tirar del extremo libre, se puede hacer subir el cubo lleno de agua (y considerablemente pesado) hasta el borde del pozo.

No se sabe demasiado respecto a la invención de la polea. La única nota al respecto que hay en la literatura histórica acusa como su inventor a Arquímedes, aunque bien podría haber sido apenas un estudioso y entusiasta de su uso. Plutarco cuenta que el griego Arquímedes afirmó al Rey de

Siracusa, Hierón, a quien unía un lazo de amistad, que, dada una fuerza y un punto de apoyo, podría moverse cualquier peso, incluso el de una Tierra entera. Su amigo demandó una demostración práctica: llenó de cargamento y pasajeros un barco de la armada real y le pidió al filósofo que lo moviera a un dique seco. Luego de diseñar el sistema de poleas adecuado, Arquímedes se sentó a cierta distancia y tiró casi sin esfuerzo de una cuerda, haciendo que el barco se elevara y se moviera tan establemente, que parecía aún permanecer en el agua.

2.2.26 PLC

Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller) o por autómatas programables, es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, electropneumáticos, electrohidráulicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje u otros procesos de producción, así como atracciones mecánicas. Los PLC son utilizados en muchas industrias y máquinas. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto.

Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías, copia de seguridad o en memorias no volátiles. Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real, donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, de lo contrario no producirá el resultado deseado. Los primeros PLC fueron diseñados para reemplazar los sistemas de relés lógicos. Estos PLC fueron programados en lenguaje llamado Listado de instrucciones con el cual las órdenes de control se le indicaban al procesador como un listado secuencial de códigos en lenguaje de máquinas.

Luego para facilitar el mantenimiento de los sistemas a controlar se introdujo un lenguaje gráfico llamado lenguaje Ladder también conocido como diagrama de

escalera, que se parece mucho a un diagrama esquemático de la lógica de relés. Este sistema fue elegido para reducir las demandas de formación de los técnicos existentes. Otros autómatas primarios utilizaron un formulario de listas de instrucciones de programación.

Los PLCs modernos pueden ser programados de diversas maneras, desde diagramas de contactos, a los lenguajes de programación tales como dialectos especialmente adaptados de BASIC y C. Otro método es la lógica de estado, un lenguaje de programación de alto nivel diseñado para programar PLC basados en diagramas de estado. La función básica y primordial del PLC ha evolucionado con los años para incluir el control del relé secuencial, control de movimiento, control de procesos, sistemas de control distribuido y comunicación por red. Las capacidades de manipulación, almacenamiento, potencia de procesamiento y de comunicación de algunos PLCs modernos son aproximadamente equivalentes a las computadoras de escritorio.

Un enlace-PLC programado combinado con hardware de E/S remoto, permite utilizar un ordenador de sobremesa de uso general para suplantar algunos PLC en algunas aplicaciones. En cuanto a la viabilidad de estos controladores de ordenadores de sobremesa basados en lógica, es importante tener en cuenta que no se han aceptado generalmente en la industria pesada debido a que los ordenadores de sobremesa ejecutan sistemas operativos menos estables que los PLCs, y porque el hardware del ordenador de escritorio está típicamente no diseñado a los mismos niveles de tolerancia a la temperatura, humedad, vibraciones, y la longevidad como los procesadores utilizados en los PLC.

Además de las limitaciones de hardware de lógica basada en escritorio; sistemas operativos tales como Windows no se prestan a la ejecución de la lógica determinista, con el resultado de que la lógica no siempre puede responder a los cambios en el estado de la lógica o del estado de entrada con la consistencia extrema en el tiempo como se espera de los PLCs. Sin embargo, este tipo de aplicaciones de escritorio lógicos encuentran uso en situaciones menos críticas, como la

automatización de laboratorio y su uso en instalaciones pequeñas en las que la aplicación es menos exigente y crítica, ya que por lo general son mucho menos costosos que los PLCs. Sus partes fundamentales son la unidad central de proceso o CPU, y las interfaces de entrada y salida.

La CPU es el cerebro del PLC y está formado por el procesador y la memoria. El procesador se encarga de ejecutar el programa escrito por el usuario, que se encuentra almacenado en la memoria. Además, el procesador se comunica con el exterior mediante sus puertos de comunicación y realiza funciones de autodiagnóstico. La interfaz de entrada se ocupa de adaptar las señales provenientes de los elementos captadores, tales como botoneras, llaves, límites de carrera etc. a nivel que el CPU pueda interpretar como información. Por otra parte, cuando la CPU resuelve, a través de un programa interno, activa algún elemento de campo, la interfaz de salida es la encargada de administrar la potencia necesaria para comandar el actuador.

2.2.27 Diseño Mecánico.

El diseño en ingeniería mecánica se dedica en gran medida al cálculo de transmisiones y elementos mecánicos. Aun cuando esta parte es de vital importancia, no deja de ser un paso dentro del proceso total de diseño. (García, 2018) divide esta fase de ejecución ante el planteamiento de proyectos en las siguientes fases:

- Definición: El problema de diseño se debe definir en forma amplia y precisa.
- Análisis: Es la fase en la cual se establecen los criterios, parámetros y restricciones del problema de diseño planteado.
- Síntesis: su objetivo es plantear las diversas soluciones posibles.
- Evaluación: Se refiere a estudiar los beneficios y desventajas de aplicación de las distintas soluciones planteadas.

2.2.28 Softwares de Diseño.

Con el software de diseño e ingeniería mecánica, los ingenieros y diseñadores podrán visualizar, analizar y comunicar la finalidad del diseño antes de construir un prototipo físico. El software de ingeniería mecánica se emplea en una gran variedad de disciplinas que van desde la fabricación y la arquitectura a la sostenibilidad. Se utiliza para diseñar de todo: desde coches hasta prótesis y auriculares.

2.2.29 Softwares CAD.

Citado como CAD por las siglas de su nombre en inglés computer-aided design es el uso de ordenadores para ayudar en la creación, modificación, análisis u optimización de un diseño. El software CAD se utiliza para aumentar la productividad del diseñador, mejorar la calidad del diseño, mejorar las comunicaciones a través de la documentación y crear una base de datos para la fabricación. La salida CAD a menudo se presenta en forma de archivos electrónicos para impresión, mecanizado u otras operaciones de fabricación.

También se puede considerar al CAD como una técnica de dibujo. Estas herramientas se pueden dividir básicamente en programas de dibujo 2D y de modelado 3D. Las herramientas de dibujo en 2D se basan en entidades geométricas vectoriales como puntos, líneas, arcos y polígonos, con las que se puede operar a través de una interfaz gráfica. Los modeladores en 3D añaden superficies y sólidos.

2.2.30 AutoCAD

AutoCAD es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk. El nombre AutoCAD surge como creación de la compañía Autodesk, donde Auto hace referencia a la empresa y CAD a diseño asistido por computadora (por sus siglas en inglés Computer Assisted Design), AutoCAD es un software reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D; es uno de los programas más

usados por arquitectos, ingenieros, diseñadores industriales y otros. Además de acceder a comandos desde la solicitud de comando y las interfaces de menús, AutoCAD proporciona interfaces de programación de aplicaciones (API) que se pueden utilizar para determinar los dibujos y las bases de datos.

2.2.31 Software Cae

Son aquellos que se encargan del conjunto de programas informáticos que permiten analizar y simular los diseños de ingeniería realizados con el ordenador, o creados de otro modo e introducidos en el ordenador, para valorar sus características, propiedades, viabilidad, y rentabilidad. Su finalidad es optimizar su desarrollo y consecuentes costos de fabricación, y reducir al máximo las pruebas para la obtención del producto deseado.

La base de todas ellas se presenta como módulos o extensiones de aplicaciones CAD, que incorporan:

- Análisis cinemático.
- Análisis por el método de elementos finitos (FEM, Finite Elements Method).
- Maquinado por control numérico CNC (Computered Numeric Control).
- De exportación de ficheros "Stl" (Estereolitografía) para máquinas de prototipado rápido.
- CAD

2.2.32 SolidWorks

SolidWorks es un software CAD (diseño asistido por computadora) para modelado mecánico en 2D y 3D, desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corp. El programa permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos técnicos como otro tipo de información necesaria para la producción. Es un programa que funciona con base en las nuevas técnicas de modelado con sistemas CAD. El proceso consiste en traspasar la idea mental del diseñador al sistema CAD, "construyendo virtualmente" la pieza o conjunto.

2.2.33 Autodesk Inventor

Autodesk Inventor es un paquete de modelado paramétrico de sólidos en 3D producido por la empresa de software autoDesk. Mejora el trabajo arduo de ensamblajes ayudando a la inserción de componentes específicos en estructuras, tubos y tuberías, aportando opciones para creación de otros componentes en el momento en el mismo ensamblaje, permitiendo completar el trabajo de diseño con componentes conocidos, por una parte, y otros componentes normalizados, por otra. Manteniendo los estándares necesarios para que se produzca adecuadamente en producción

2.3 Bases Legales

La presente investigación está sustentada en las **NORMAS COVENIN 1720:1998** (2da revisión). COVENIN 621-1:2002 (NM 207:1999)

Referencias normativas:

COVENIN 299-89 Ensayo de tracción

COVENIN 566-1997 Método de ensayo doblado alternado

COVENIN 621-4:1995 Código nacional para ascensores de pasajeros

COVENIN 622-89 Normas de seguridad para la instalación y mantenimiento de ascensores.

COVENIN 907:1997 Alambre de acero. Método de ensayo de torsión simple

2.4 Definición de Términos Básicos

La definición de términos básicos depende de la claridad del planteamiento del problema, pues ella surge de allí, en ello es el tutor que determina como construirlo, además no debe confundirse con un glosario.

Amortiguación: Se define como la capacidad de un sistema o cuerpo para disipar energía cinética en otro tipo de energía. Típicamente los amortiguadores disipan la energía cinética en energía térmica y/o en energía plástica, es decir, la función de un amortiguador es recibir, absorber y mitigar una fuerza tal, ya sea porque se ha dispersado o porque la energía se ha transformado de forma que la fuerza inicial se haya hecho menor.

ASME: Es el acrónimo de American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos)

Automatización: Es el conjunto de elementos o procesos informáticos, mecánicos y electromecánicos que operan con mínima o nula intervención del ser humano

Cabina: Es el elemento portante de la carga del ascensor y está formado por dos elementos principales: un bastidor y una caja.

Cojinete: Es la pieza o conjunto de ellas sobre las que se soporta y gira el árbol transmisor de momento giratorio de una máquina

Contrapeso: Es el conjunto formado por el bastidor y el lastre destinado a balancear el peso propio de la cabina, más un porcentaje de la carga nominal comprendida entre un 40 % y 50 % de la misma

Correa: Es un tipo de transmisión mecánica basado en la unión de dos o más ruedas, sujetas a un movimiento de rotación, por medio de una cinta o correa continua, la cual abraza a las ruedas ejerciendo fuerza de fricción suministrándoles energía desde la rueda motriz

COVENIN: Corresponde al acrónimo de la Comisión Venezolana de Normas Industriales

Criterio de diseño: Son todas aquellas consideraciones y conocimientos que

Espacio superior: Parte del pozo ubicado entre el nivel más alto servido por la cabina y el techo del pozo. (COVENIN 621-1, 2002)

Foso: Parte del pozo situado por debajo del nivel de parada más bajo servido por el ascensor.

Guaya: Se le dice regularmente al cable de acero que se utiliza para levantar o acarrear carga

Guías de cabina y contrapeso: Son perfiles estructurales metálicos destinados a mantener el movimiento de la cabina y el contrapeso en una

trayectoria vertical a lo largo del pozo y sirven de apoyo en caso de rotura de los cables de suspensión. (COVENIN 621-1, 1993)

Jaula de ardilla: Es la parte que rota usada comúnmente en un motor de inducción de corriente alterna. Un motor eléctrico con un rotor de jaula de ardilla también se llama "motor de jaula de ardilla". En su forma instalada, es un cilindro montado en un eje

Perno: Es una pieza metálica que puede tener diferentes largos. Es un elemento de unión. Básicamente este elemento metálico con cabeza pasa por perforaciones que permiten unir y fijar cosas. Normalmente son fabricados de acero o hierro de diferentes durezas o calidades

Polea: Mecanismo para mover o levantar cosas pesadas que consiste en una rueda suspendida, que gira alrededor de un eje, con un canal o garganta en su borde por donde se hace pasar una cuerda o cadena

Pozo: Recinto en el que se desplaza la cabina y el contrapeso. Este recinto está generalmente delimitado por el fondo del foso, las paredes y el techo.

Rodamiento: Es un elemento mecánico que reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a este por medio de una rodadura, que le sirve de apoyo y facilita su desplazamiento.

Tensión: Fuerza que sea ejercida mediante la acción de un cable, cuerda, cadena u otro objeto sólido similar. Es el resultado de la atracción electrostática entre las partículas de un sólido cuando es deformado de manera que las partículas se separan unas de otras apartándose de su posición de equilibrio,

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

La presente investigación requiere contar con todos los elementos metodológicos que permitan el desarrollo de sus objetivos. En tal sentido, Sabino (2007) señala que, el marco metodológico es el conjunto de acciones destinadas a describir y analizar el fondo del problema planteado, a través de procedimientos específicos que incluye las técnicas de observación y recolección de datos, determinando el “cómo” se realizará el estudio, esta tarea consiste en hacer operativa los conceptos y elementos del problema que estudiamos, al respecto este autor nos dice: “En cuanto a los elementos que es necesario operacionalizar pueden dividirse en dos grandes campos que requieren un tratamiento diferenciado por su propia naturaleza: el universo y las variables”.

3.1 Tipo de Investigación

De acuerdo a la naturaleza y características del problema objeto de estudio, esta investigación se enmarcará dentro de la investigación aplicada o proyecto factible, por cuanto a través del desarrollo se propondrán alternativas o propuestas en torno a la problemática del transporte vertical en zonas residenciales de Valencia estado Carabobo.

Según el manual de la UPEL (2003) el proyecto factible “Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades (Pág. 16).

3.2 Diseño de la Investigación

En el manual de la UPEL (2003), se define a la investigación de campo

como: “El análisis sistemático de problemas en la realidad con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes; explicar causas y efectos o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios”.

Este estudio constituye una investigación con diseño de campo ya que se recopilará la información en forma directa, es decir de la realidad del problema, de esta manera se puedan obtener datos primarios, con los aportes cuantitativos y cualitativos que denota el objeto de estudio. De igual manera la investigación también estará apoyada en una revisión documental. Para Arias (2006), la Investigación Documental, “es aquella que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos”.

En tal sentido esta investigación tuvo apoyo documental porque se manejaron diversos tipos de documentos bibliográficos a través de los cuales se logró recolectar información necesaria para el estudio a realizar.

3.3 Nivel de la Investigación

El nivel de la investigación fue de carácter descriptivo porque “Se trabaja sobre realidades de hechos y sus características fundamentales de presentar una interpretación correcta. Esta incluye el estudio de casos, causales y desarrollo.

Así mismo según Córdoba y Monsalve (2002), está clasificado en diseño Interactiva porque implica la realización de acciones en forma individual o grupal con el fin de modificar una situación o evento. Esta investigación ejecuta acciones para modificar un evento recogiendo información durante el proceso, para detectar el problema planteado, describe en su fase descriptiva situación preocupante con el propósito de reorientar las actividades para introducir mejoras durante el proceso.

El propósito de esta investigación se basará en proponer el diseño y simulación de un modelo de ascensor modular de fácil instalación en zonas residenciales en Valencia estado Carabobo. Este estudio estará orientado a contribuir con el mejoramiento del transporte vertical en edificaciones, generando cambios masivos que contribuya a satisfacer necesidades pertinentes de los usuarios, para mejorar la efectividad en el transporte, y así mismo obtener respuestas oportunas a las demandas solicitadas por los usuarios y dar cumplimiento efectivo de los objetivos planteados por los mismos. Para esto se hizo necesario realizar un diagnóstico de la situación actual que presentan las zonas residenciales en Valencia estado Carabobo con respecto al transporte vertical, luego de analizar los elementos que intervienen en el proceso.

3.4 Población y Muestra

Ø Población

Para Balestrini (1998), se entiende por población “...cualquier conjunto de elementos de los que se quiere conocer o investigar, alguna o algunas de sus características” (Pág. 122).

En el caso objeto de estudio, la población está constituida por los habitantes de zonas residenciales en Valencia estado Carabobo.

Ø Muestra

De la población señalada se tomará en cuenta una muestra no probabilística, la cual según Hernández (2001), corresponde al “tipo de muestra cuya selección no depende de que todos tengan la misma probabilidad de ser elegidos, sino de la decisión de un investigador o grupo de encuestadores” (Pág. 226).

Esta muestra estará integrada por los residentes de Montaserino 12 (36 residentes del conjunto residencial), ubicado San diego estado Carabobo.

3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Se define como un conjunto de procedimientos y métodos que se utilizan durante el proceso de investigación, con el propósito de conseguir la

información pertinente a los objetivos formulados en una investigación (Arias. 2012; 376).

Ø Observación

Según Claret (2007:79) “La observación es una técnica que se debe emplear para relacionar el sujeto de estudio con el objeto, dotando al investigador de una teoría y un método adecuado para que la investigación tenga una orientación correcta y el trabajo de campo arroje datos exactos y confiables.”.

Esta técnica se aplicará en forma directa e indirecta. Directa a propósito de observar y recoger información dentro de la comunidad a estudiar y de manera indirecta mediante la utilización de instrumentos que permitirán conocer la problemática subjetivamente desde adentro, produciendo una mayor proximidad con la realidad.

Ø Revisión documental

Bernal (2006) establece sobre la recopilación de información que “un aspecto muy importante en el proceso de una investigación es el que tiene relación con la obtención de la información, pues de ello depende la confiabilidad y validez del estudio”. Continuando en este orden de ideas y de acuerdo con Cerda (citado por Bernal, 2002), usualmente se habla de “dos tipos de fuentes de recolección de información: las primarias y las secundarias”.

Al respecto Méndez (2000) indica “Fuentes Secundarias, información escrita que ha sido recopilada y transcrita por personas que han recibido tal información a través de otras fuentes escritas o por un participante en un suceso o acontecimiento (texto, revistas, documentos, prensa, otros)”. En este trabajo se hará uso de las fuentes secundarias de información descritas anteriormente.

Con esta técnica se recuperará información asociada al trabajo especial de grado para contribuir al logro de los objetivos de la investigación, entre ellos,

revista científicas, libros, publicaciones en internet, foros, conferencias, entre otros.

Ø Entrevista no Estructurada o Informal

Sus objetivos son comprender más que explicar, maximizar el significado, alcanzar una respuesta subjetivamente sincera más que objetivamente verdadera y captar emociones pasando por alto la racionalidad. (Olabuénaga 1989;170).

En este orden de ideas nos referimos al indagar en las necesidades de los residentes de edificaciones con respecto al transporte vertical en sus viviendas y de igual manera determinar las expectativas que una supuesta incorporación de mejoras en estas edificaciones pueda significar.

3.6 Fases Metodológicas

Fase I: Diagnosticar la Situación Actual de la Población Venezolana que requiera del uso de este tipo de ascensor en zonas residenciales en Valencia. Estado Carabobo.

En esta fase se busca evaluar en qué condiciones se encuentran las edificaciones de las zonas residenciales en Valencia, estado Carabobo.

Enfocándose en la distribución de las viviendas, cómo se desenvuelve su transporte vertical, si cuentan con la posibilidad de la incorporación de ascensor a su estructura cumpliendo las normativas vigentes y que tan necesario es para sus residentes la incorporación de un ascensor.

De igual manera priorizar los requerimientos de los residentes que serán los usuarios a los que esta investigación estará destinada. Así mismo, se hará uso de los distintos instrumentos como son la entrevista y la observación en esta fase.

Fase II: Búsqueda de posibles soluciones para el Diseño de un Modelo de Ascensor Modular de fácil instalación en zonas residenciales en Valencia. Estado Carabobo.

Durante esta fase, se dará inicio al posible diseño del sistema tomando en cuenta cada uno de los criterios y conclusiones que la fase anterior pudo haber arrojado, en tal sentido esta fase puede referirse a la generación de diferentes alternativas de solución siguiendo ciertos lineamientos establecidos por la fase anterior y tomando en cuenta también las “Estrategias Creativas en el Diseño Mecánico” (N. Vilchez). Estas estrategias creativas establecerán el objeto de estudio como un problema de diseño mecánico que las mismas buscan resolver mediante, el estudio de la situación problemática, generando distintas alternativas como solución al problema, que serán especificadas según sus variables fundamentales.

De igual manera estas estrategias permiten la búsqueda de una solución efectiva al problema propuesto estableciendo para cada alternativa sus funciones principales, restricciones para el diseño y sus criterios a la hora de diseñar. Por último, se dará una especificación del sistema a diseñar, como resultado del uso de estas estrategias creativas.

Fase III: Elaborar la Simulación y Diseño de un Modelo de Ascensor Modular de fácil instalación en zonas residenciales en Valencia. Estado Carabobo.

Ya una vez culminada la fase anterior se procederá al desarrollo de esta fase en la que sea hará utilización de los conocimientos adquiridos en resistencias de materiales y elementos de máquinas para el cálculo y dimensionamiento de ciertas partes críticas del ascensor.

Así mismo también se requerirá la utilización de un software que permita diseñar piezas o equipos mecánicos, en los cuales se les puede aplicar distintos materiales, esfuerzos o cargas para así poder comprobar de una manera más experimental los cálculos que serán desarrollados en esta fase.

Además de esto, se podrá simular el movimiento de las piezas que intervienen en la operatividad de la máquina, con el fin de saber cómo quedaría el diseño del ascensor en físico y como sería su funcionamiento puesto en sitio.

Fase IV: Determinar la Factibilidad Operativa y económica del modelo del Ascensor.

Esta fase será cumplida a través de la aplicación de la técnica de la entrevista a distintos ingenieros con conocimientos en el área de estudio. Para Sabino, (2007:116) “la entrevista, desde el punto de vista del método es una forma específica de interacción social que tiene por objeto recolectar datos para una investigación. El investigador formula preguntas a las personas capaces de aportarle datos de interés, estableciendo un diálogo peculiar, asimétrico, donde una de las partes busca recoger informaciones y la otra es la fuente de esas informaciones.”.

Estas distintas entrevistas permitirán obtener información válida para evaluar la factibilidad operativa del ascensor modular. También estas entrevistas estarán enfocadas en el ámbito económico, en tal sentido además de evaluar la factibilidad operativa con los ingenieros con conocimientos en el área de estudio, se hará con su ayuda el estudio del mercado existente para este tipo de ascensor, evaluando de esta manera su factibilidad económica. Para finalizar, los investigadores a través del desarrollo de las cuatro fases evaluarán dichas factibilidades a fin de llegar a conclusiones válidas y hacer las recomendaciones pertinentes.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En el presente capítulo se desarrollan las fases anteriormente mencionadas en el capítulo III esta investigación ha sido realizada a la muestra de vecinos del conjunto residencial Montaserino 12 específicamente a la torre número 7, con el fin de tener conocimiento sobre los problemas que acarrearán el uso constante de escaleras y su posible solución mediante la incorporación de sistemas que permitan mejorar el transporte vertical y de igual manera mejorar la calidad de vida de los vecinos.

4.1. 1 Diagnóstico de la Situación Actual de la Población del Conjunto Residencial Montaserino 12 ubicada en San Diego. Estado Carabobo.

Venezuela en la actualidad vive un creciente proceso migratorio el cual por su parte hace que haya una decreciente demanda de vivienda, el sector de la construcción se ha reducido en un 90% según datos del presidente de la cámara de construcción venezolana con lo cual se hace necesaria las mejoras en las edificaciones existentes, por otra parte, las construcciones nuevas menores a 5 pisos pueden prescindir de ascensor.

En este orden de ideas uno de los municipios con gran número de edificaciones con estas características de construcción, es el municipio de San Diego en el estado Carabobo. Alguno de los conjuntos residenciales con estas características son “Conjunto Residencial Paso Real”, “Conjunto Residencial El Tulipán”, “Residencias Los Andes”, “Urbanización Poblado de San Diego”, “Conjunto Residencial Montaserino 12”, entre otros.

En esta fase se muestra los resultados obtenidos mediante la aplicación de encuesta no estructurada a los residentes del conjunto residencial “Montaserino 12” el cual está compuesto de 36 torres de cuatro pisos cada una y estas a su vez de 4 apartamentos Estas torres disponen únicamente de escaleras para el desenvolvimiento del transporte vertical y poder acceder a los apartamentos. Se realizaron estas

encuestas a diferentes residentes de “Monteserino 12”, las cuales revelan una latente carencia de eficiencia en el transporte vertical para esta comunidad, evidenciando un deterioro en la calidad de vida de estas personas. De igual manera mediante observación se logra apreciar un envejecimiento de la comunidad, gran parte de los residentes son personas de avanzada edad a los cuales el uso de escaleras los dificulta en el desarrollo de sus actividades diarias. El desarrollo del proyecto está enfocado en gran medida a la mejora de la calidad de vida de esta población la cual muestra ser la mayoría.

Con respecto a la encuesta no estructurada se logra apreciar que en la gran mayoría de vecino percibe la incorporación de un ascensor como una mejora a sus condiciones de vida, así mismo por su parte José Rivas nos comenta “...no haría el mismo uso del ascensor que pudiera hacer una persona del piso 3, debido a que vivo en planta baja, pero considero que la incorporación de un ascensor al edificio aumentaría en gran medida el precio de mi apartamento...”; por otro lado se le hizo el cuestionamiento a los vecinos de “¿Cuántas veces al día usan las escaleras?” mostrando que una cantidad considerable de vecinos usan las escaleras en promedio unas 3 veces al día. Las entrevistas también evidenciaron que en muchos vecinos no han sufrido lesiones por el uso continuo de escaleras, los datos contrarios a estos se presentan en personas de avanzada edad como es el caso de María Peralta residente de la torre 7 que nos comenta “... a menudo me duelen las rodillas, en especial cuando voy al mercado y mi esposo no está. Por eso lo relaciono con el uso de la escalera...”.

De igual manera se puede notar que uno de los mayores inconvenientes del uso de escaleras para los vecinos de la comunidad es subir los botellones de agua potable, una extensa parte de la comunidad nos dio a conocer esta incomodidad, también María Peralta nos dijo “... a veces cuando viene mi sobrino que está en silla de ruedas es todo un tema para subirlo...” evidenciando que en la comunidad existen casos puntuales que requieren mejoras en los mecanismos de transporte vertical. Una de las últimas ideas discutidas en estas entrevistas luego de todo lo anteriormente

planteado fue si los vecinos estarían de acuerdo con la instalación de un ascensor en su torre, con lo que la comunidad en su totalidad estuvo de acuerdo. Ahora bien, con respecto a un importe monetario la gran mayoría de vecinos dijo que estaría de acuerdo con proporcionar un pago fraccionado para la realización del supuesto proyecto. Por su parte Denilson Hernández nos comenta "... yo estaría de acuerdo con la incorporación de un ascensor a la torre, pero tendría que ser algo muy asequible; con la situación actual el dinero está muy contado...". Con este último comentario se denota que el proyecto debería ser económicamente factible para así tratar de satisfacer en totalidad a todos los vecinos de la comunidad.

4.2. Búsqueda de posibles soluciones para el Diseño de un Modelo de Ascensor Modular de fácil instalación en el Conjunto Residencial Montaserino 12 ubicado en San Diego. Estado Carabobo.

En esta fase se presentaron distintas propuestas de diseño y las mismas fueron evaluadas mediante las "Estrategias Creativas en el Diseño Mecánico" (N. Vilchez). Estas nos sirvieron para dar con un sistema de funcionamiento adecuado para las necesidades planteadas a lo largo de la fase anterior. Y, así generar alternativas distintas entre sí. Para luego culminar seleccionando la mejor formulación, la cual debe poseer la mayor probabilidad de satisfacer necesidades.

4.2.1 Estudio de la Situación Problemática

El problema surge cuando, observamos la poca o nula eficiencia en el transporte vertical de personas en edificios de zonas residenciales de Valencia, estado Carabobo, los cuales carecen de ascensor como es el caso en específico del conjunto residencial Montaserino 12 que se seleccionó para la investigación. En la actualidad la manera como se satisface este proceso consta de escaleras que comunican los distintos pisos entre si y en vista de la situación actual del país (poca o nula demanda de viviendas, envejecimiento de la población, entre otros factores ya señalados) este proceso hace frecuente la fatiga en los residentes ya que es un proceso que demanda actividad física además de que el mismo puede desencadenar accidentes dando como

resultado lesiones en los residentes.

4.2.2 Alternativas para la Formulación.

A continuación, presentamos distintas formulaciones para dar con una posible solución para el diseño del funcionamiento del ascensor modular.

Ü Primera Formulación

Diseñar ascensor autoportante neumático (movilidad de la cabina mediante diferencia de presión).(ver tabla 1)

Tabla 1. Identificación de Variables Fundamentales en la Primera Formulación.

V.F	Reducir el esfuerzo en el transporte vertical para personas.
S.B	Usuario del Ascensor.
E.I.S.B	Usuario antes de hacer uso del ascensor.
E.F.S.B	Usuario en destino deseado.
S.D	Ascensor Neumático.
S.A	Edificación menor a 5 pisos.

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Donde:

V.F: Variable Fundamental.

S.B: Sistema Básico.

E.I.S.B: Estado Inicial del Sistema Básico.

E.F.S.B: Estado Final del Sistema Básico.

S.D: Sistema a diseñar.

S.A: Sistema Ambiental.

Ü Segunda Formulación

Diseñar ascensor hidráulico (movilidad de la cabina mediante el uso de cilindro hidráulico).).(ver tabla 2)

Tabla 2. Identificación de Variables Fundamentales en la Segunda Formulación.

V.F	Reducir el esfuerzo en el transporte vertical para personas.
S.B	Usuario del Ascensor.
E.I.S.B	Usuario antes de hacer uso del ascensor.
E.F.S.B	Usuario en destino deseado.
S.D	Ascensor hidráulico.
S.A	Edificación menor de 5 pisos

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Ü Tercera Formulación

Diseñar ascensor con cabestrante (movilidad de la cabina mediante el uso de cabestrante colocado en la misma).).(ver tabla 3)

Tabla 3. Identificación de Variables Fundamentales en la Tercera Formulación.

V.F	Reducir el esfuerzo en el transporte vertical para personas.
S.B	Usuario del Ascensor.
E.I.S.B	Usuario antes de hacer uso del ascensor.
E.F.S.B	Usuario en destino deseado.
S.D	Ascensor con cabestrante.
S.A	Edificación menor de 5 pisos

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Ü Cuarta Formulación

Diseñar ascensor de cadena con contrapeso (movilidad de la cabina con cadena en motor eléctrico y contrapeso que reduce la carga en el mismo).).(ver tabla 4)

Tabla 4. Identificación de Variables Fundamentales en la Cuarta Formulación.

V.F	Reducir el esfuerzo en el transporte vertical para personas.
S.B	Usuario del Ascensor.
E.I.S.B	Usuario antes de hacer uso del ascensor.
E.F.S.B	Usuario en destino deseado.
S.D	Ascensor de cadena con contrapeso.
S.A	Edificación menor de 5 pisos

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Ü Quinta Formulación

Diseñar ascensor de cables con contrapeso (movilidad de la cabina con cables en motor eléctrico y contrapeso que reduce la carga en el mismo).).(ver tabla 5)

Tabla 5. Identificación de Variables Fundamentales en la Quinta Formulación.

V.F	Reducir el esfuerzo en el transporte vertical para personas.
S.B	Usuario del Ascensor.
E.I.S.B	Usuario antes de hacer uso del ascensor.
E.F.S.B	Usuario en destino deseado.
S.D	Ascensor de cable con contrapeso.
S.A	Edificación menor de 5 pisos

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

4.2.3 Especificación del Sistema a Diseñar

Para esta etapa, procedemos a plasmar diferentes objetivos que reflejen la descripción de forma generalizada, la solución del problema. Mediante el establecimiento de las especificaciones de diseño, el cual permite armonizar la información entre el sistema a diseñar y otros sistemas entre los cuales podría interactuar. Se desea por medio del ascensor modular de fácil instalación mejorar el transporte vertical de personas dentro del sistema ambiental. Con este diseño se quiere disminuir el trabajo realizado por los residentes, además de brindar seguridad para los usuarios. Por eso, es muy importante conocer la función principal del mecanismo, las restricciones y criterios para así, asegurar de poder tener un buen funcionamiento, y junto a eso resguardar su bien estar. La función principal es el mejoramiento del proceso de transporte vertical de personas reduciendo el esfuerzo de los usuarios, brindar seguridad y confort al momento del transporte de igual manera reducir la posibilidad de lesiones y así mejorar de manera drástica su calidad de vida.).(ver tabla 6 y 7)

Lista de Restricciones.

Tabla 6. Identificación de Restricciones.

Restricciones	
R1	Altura menor a 5 pisos (15 metros aproximadamente)
R2	Carga Máxima de 4 personas (400kg)
R3	Velocidad Máxima 1m/s
R4	Carencia de cuarto de maquinas
R5	Cumplimiento de Normativa

Fuente: Bufe,A y Delpino,E (2021)

Lista de Criterios.

Tabla 7. Identificación de Criterios.

Criterios	
C1	Menor costo de fabricación
C2	Mayor confiabilidad funcional
C3	Mayor seguridad para el usuario
C4	Mejores cualidades estéticas
C5	Mayor facilidad de construcción

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

4.2.4 Búsqueda de Soluciones.

En esta etapa, se tuvo en cuenta varios métodos que podríamos utilizar para lograr conseguir la solución correcta. Se pudieron conocer distintos recursos heurísticos, los cuales se basan en ser un instrumento que puede llegar a señalar vías hacia diferentes ideas creativas.

Para poder proceder a utilizar estos recursos debemos desarrollar nuestras ideas a base de: Analogía, inversión y búsqueda de restricciones ficticias.

Es importante saber que, cuando nos referimos a la analogía, es a lo que ocurre cuando dos sistemas comparten características similares o muy semejantes. En cuanto al recurso heurístico de la inversión, se tratará de seleccionar un sistema de referencia, al cual se le debe identificar dos partes del sistema, para luego determinar la relación entre las partes. Continuamente se procede a invertir relación entre las partes, generando así un sistema inverso.

En este caso de estudio el uso de estos recursos está basado en la búsqueda de la mejor solución para el principio de funcionamiento de nuestro ascensor, con esto en mente todas las posibles soluciones fueron generadas utilizando analogía.(ver figura 37)

Probable Solución 1

Ascensor autoportante accionado por vacío.



Sistema de Referencia:	Sistema a Diseñar:
	

Figura 37. Representación de Sistema de Referencia y Sistema a Diseñar de probable solución 1.

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Esta propuesta de diseño se basa en el uso del principio de vacío para su utilización en el transporte vertical de personas. De tal manera que trata del uso de una capsula dentro de un tubo (el cual haría las veces de hueco) en el cual se propician diferencias de presiones con el uso de compresor neumático para provocar su movimiento, en tal sentido es un tipo de transporte con muy poco o nulo ruido, en el cual hay que realizar poco mantenimiento, pero a su vez puede ser un poco limitante a mayores alturas por su alto consumo energético.

Este sistema hace analogía al sistema de correo neumático, el cual hace uso de capsulas para transportar objetos livianos (correspondencia) de un lugar a otro a través de tubos y diferencia de presiones; lo cual hace el proceso más rápido y eficiente.(ver figura 38)

Probable Solución. 2

Ascensor accionado mediante fluido hidráulico.



Sistema de Referencia:	Sistema a Diseñar:
	

Figura 38. Representación de sistema de referencia y sistema a diseñar de probable solución 2.

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

El sistema se encarga del transporte vertical de personas mediante el uso de un sistema hidráulico, este sistema a diseñar utiliza fluido hidráulico a través de un

embolo conectado al bastidor de la cabina para realizar el ascenso y descenso de la misma. Este sistema aporta gran confiabilidad funcional, de igual manera requiere poco mantenimiento, este sistema a su vez es silencioso, pero al momento de ser usado para carga de pocas personas y a demás para uso residencial puede ser un sistema sobreestimado.

Tomamos como sistema de referencia para esta analogía un gato hidráulico el cual se basa en el mismo principio de embolo y fluido hidráulico para levantar cargas pesadas con poco esfuerzo.(ver figura 39)

Probable Solución 3

Ascensor con tracción por grupo motor conectado a tambor y sin contrapeso.

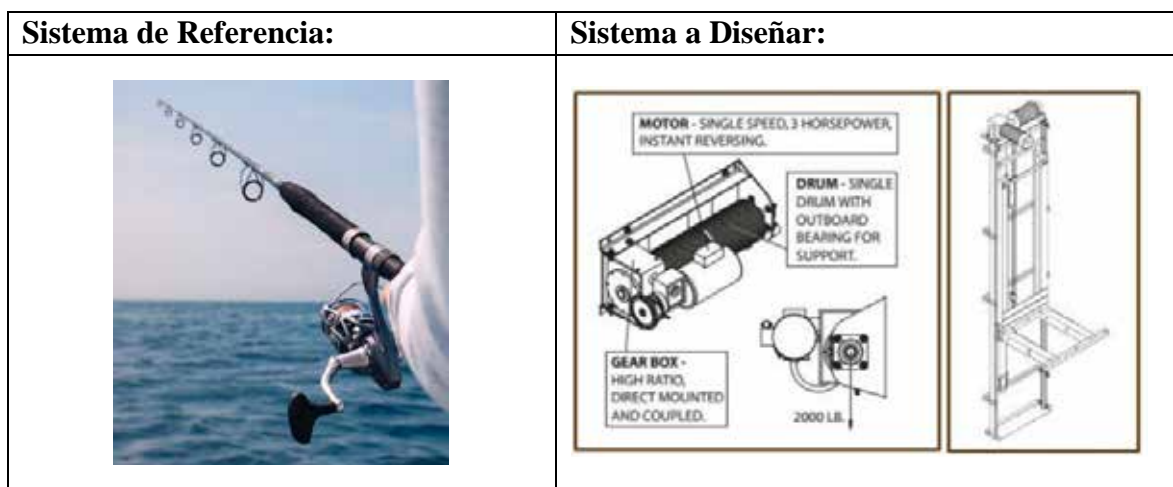


Figura 39. Representación de Sistema de Referencia y Sistema a Diseñar de probable solución 3.

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Este sistema hace analogía a la caña de pescar de esta manera con el uso de un cabestrante se puede hacer la elevación y el descenso de la cabina. Este sistema proporciona poco consumo energético, es poco ruidoso, de igual manera esta disposición puede ser un sistema inseguro al tratarse de un solo cable, también requiere de mantenimiento constante debido a la fatiga que se pueda presentar en el cable.

También se puede estimar que la velocidad de movimiento de la cabina se ve bastante limitada ya que el cabestrante realiza su movimiento a poca velocidad.

Como ya mencionamos nuestro sistema de referencia será la caña de pescar la cual tensa su hilo mediante el aprovechamiento del movimiento circular del carrete.(ver figura 40)

Probable Solución 4

Ascensor con tracción por cadena y contrapeso.



Sistema de Referencia:	Sistema a Diseñar:
	

Figura 40. Representación de Sistema de Referencia y Sistema a diseñar de probable solución 4.

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

En este caso el sistema diseñar hace analogía a un polipasto de cadenas, con el uso de cadenas y poleas se busca ofrecer otra opción eficiente, segura y barata para el diseño del ascensor modular, también es importante acotar que se hará uso de un motor eléctrico para este posible diseño el cual se encargará de proporcionar el movimiento al sistema. Este sistema proporciona confiabilidad funcional, es un sistema seguro, de igual manera se reduce el consumo eléctrico al hacer uso de poleas y contrapeso para sustentar la carga, en contraste a esto uno de los inconvenientes que podría presentar es el posible ruido que podría presentar la maquinaria. Como ya

mencionamos nuestro sistema de referencia será el polipasto de cadenas el cual aprovecha el uso de poleas para sustentar la carga que se quiere elevar o descender.(ver figura 41)

Probable Solución . 5

Ascensor por tracción con cable y contrapeso.



Sistema de Referencia:	Sistema a Diseñar:
	

Figura 41. Representación de Sistema de Referencia y Sistema a diseñar de probable solución 5.

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

En este caso el sistema diseñar hace analogía a un polipasto de cable, con el uso de cadenas y poleas se busca ofrecer otra opción eficiente, segura y barata para el diseño del ascensor modular, también es importante acotar que se hará uso de un motor eléctrico para este posible diseño el cual se encargara de proporcionar el movimiento al sistema, en el caso del polipasto usa un cabestrante para enrollar el cable para nuestro diseño usaremos el uso de una rueda en la que se apoya el cable y mediante fricción recorrerá la rueda para así con ayuda del contrapeso mover la cabina. Este sistema proporciona confiabilidad funcional, es un sistema seguro, de igual manera se reduce el consumo eléctrico al hacer uso de poleas y contrapeso para

sustentar la carga, en contraste a esto uno de los inconvenientes que podría presentar es el posible mantenimiento constante que podría presentar la maquinaria. Como ya mencionamos nuestro sistema de referencia será el polipasto de cable el cual aprovecha el uso de poleas para sustentar la carga que se quiere elevar o descender.

4.2.5 Selección de la mejor solución

Como anteriormente se observó, se presentan varias variables de acuerdo al sistema que se desea diseñar. Gracias a esa cantidad de variables se pueden generar distintos diseños. En esta etapa seleccionaremos por medio de ponderación, cual es la mejor solución, tomando en cuenta todos los diseños y los criterios mencionados en la etapa anterior. Esta etapa es importante ya que, a raíz del mismo, se decidirá el diseño más apropiado.

Aplicación de Restricción a Posibles Soluciones.

Antes de la aplicación de restricciones, haremos un repaso por las posibles soluciones. Tomando en cuenta todas las posibles soluciones propuestas a lo largo de la planificación y desarrollo de este proyecto de diseño en ingeniería mecánica. (ver tabla 8)

Tabla 8. Identificación de todas las Posibles Soluciones.

Posibles Soluciones (PS)	
1	Ascensor autoportante accionado por vacío.
2	Ascensor accionado mediante fluido hidráulico.
3	Ascensor con tracción por grupo motor conectado a tambor y sin contrapeso.
4	Ascensor con tracción por cadena y contrapeso.
5	Ascensor por tracción con cable y contrapeso.

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

La aplicación de restricciones a las posibles soluciones, se encarga de revisar si estas posibles soluciones cumplen con los criterios anteriormente mencionados. Las posibles soluciones que cumplan en totalidad los criterios propuestos se convertirán en soluciones.(ver tabla 9)

Tabla 9. Aplicación de Restricciones a todas las Posibles Soluciones.

Aplicación de Restricciones a Posibles Soluciones					
	(PS)1	(PS)2	(PS)3	(PS)4	(PS)5

R1	NO	SI	SI	SI	SI
R2	NO	SI	SI	SI	SI
R3	SI	SI	NO	SI	SI
R4	SI	NO	SI	SI	SI
R5	NO	SI	SI	SI	SI

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

En nuestro caso: (PS)4 se convierte en la solución S1 y (PS)5 se convierte en la solución S2.

Ponderación de Criterios.

La ponderación de criterios se encarga de priorizar un criterio con respecto a otro, esto se realiza aplicando una comparación entre dos criterios. Un criterio será más importante que otro según su verificación lógica aplicada al diseño en ingeniería mecánica, en consecuencia, nos dará un orden de importancia.(ver tabla 10 a la 13)

Tabla 10. Ponderación de Criterios.

	C1	C2	C3	C4	C5	No de veces	PCx
C1						3	PC1 = 4
C2	C1					2	PC2 = 3
C3	C3	C3				4	PC3 = 5
C4	C1	C2	C3			0	PC4 = 1
C5	C1	C2	C3	C5		1	PC5 = 2
ORDEN IMPORT	3ro	4to	1ro	5to	2do		

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Tabla 11. Verificación Lógica de criterios en columna 2.

COLUMNA 2		
(2,3)	C2 C1 C3	C2 ó C3
(2,4)	C2 C1 C4	C2 ó C4
(2,5)	C2 C1 C5	C2 ó C5

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Tabla 12 Verificación Lógica de criterios en columna 3.

COLUMNA 3

(3,4)	C3 C2 C4	C3 ó C4
(3,5)	C3 C2 C5	C3 ó C5
(3,4)	C3 C1 C4	C3 ó C4
(3,5)	C3 C1 C5	C3 ó C5

Fuente: Bufe,A y Delpino,E (2021)

Tabla 13. Verificación Lógica de criterios en columna 4.

COLUMNA 4		
(4,5)	C4 C3 C5	C4 ó C5
(4,5)	C4 C2 C5	C4 ó C5
(4,5)	C4 C1 C5	C4 ó C5

Fuente: Bufe,A y Delpino,E (2021)

Ponderación de Soluciones con respecto a cada Criterio

En esta etapa haremos la ponderación de soluciones evaluándolas con respecto a cada uno de los criterios (C1, C2... C5), en nuestro caso al tratarse de solo dos soluciones (S1, S2) no es necesario realizar una verificación lógica.(ver tabla 14 a la 19)

Tabla 14 Ponderación de soluciones con respecto al criterio 1 (C1).

Ponderación de Soluciones con respecto a Criterio C1				
C1	S1	S2	No de veces	Px1 = N
S1			0	P11 = 1
S2	S2		1	P21 = 2
ORDEN IMPORT	2do	1ro		

Fuente: Bufe,A y Delpino,E (2021)

Tabla 15 Ponderación de soluciones con respecto al criterio 2 (C2).

Ponderación de Soluciones con respecto a Criterio C2				
C2	S1	S2	No de veces	Px2 = N
S1			1	P12 = 2
S2	S1		0	P22 = 1
ORDEN IMPORT	1ro	2do		

Fuente: Bufe,A y Delpino,E (2021)

Tabla 16 Ponderación de soluciones con respecto al criterio 3 (C3).

Ponderación de Soluciones con respecto a Criterio C3				
C3	S1	S2	No de veces	Px3 = N
S1			0	P13 = 1
S2	S2		1	P23 = 2
ORDEN IMPORT	1ro	2do		

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Tabla 17 Ponderación de Soluciones con respecto al criterio 4 (C4).

Ponderación de Soluciones con respecto a Criterio C4				
C4	S1	S2	No de veces	Px4 = N
S1			0	P14 = 1
S2	S2		1	P24 = 2
ORDEN IMPORT	1ro	2do		

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Tabla 18 Ponderación de soluciones con respecto al criterio 5 (C5).

Ponderación de Soluciones con respecto a Criterio C5				
C5	S1	S2	No de veces	Px5 = N
S1			0	P15 = 1
S2	S2		1	P25 = 2
ORDEN IMPORT	1ro	2do		

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Tabla 19 Ponderación Final de Soluciones.

Ponderación Final de las Soluciones				
PCx	P1x	PCx * P1x	P2x	PCx * P2x
PC1 = 4	P11 = 1	4	P21 = 2	8
PC2 = 3	P12 = 2	6	P22 = 1	3
PC3 = 5	P13 = 1	5	P23 = 2	10
PC4 = 1	P14 = 1	1	P24 = 2	2
PC5 = 2	P15 = 1	2	P25 = 2	4
(PCx*P1x) = X1 = 18			(PCx*P2x)= X2 = 27	

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Luego de realizado el cuadro de ponderación final, obtenemos los pesos totales de cada solución (en este caso S1 y S2), seleccionamos como mejor solución la de mayor peso en este caso “X2” que vendría a ser S2 o “Ascensor modular de accionado por cable y contrapeso”

4.3. Cálculo y Dimensionamiento de Partes Críticas

4.3.1 Cabina

La cabina es el elemento principal el cual se procederá a su diseño y dimensionamiento, esta es el sitio destinado a recibir a los pasajeros o carga que va a transportar. Según COVENIN 621-3:1997 la cabina se diseña para una carga nominal de 400 kg y un Área de Superficie de 1250x900 mm las cuales son medidas escogidas debido a que se instalara en un edificio de una población pequeña y se busca un proyecto económicamente accesible para esta. Está conformada por varios elementos estructurales los cuales se procederá a estudio y dimensionamiento, estos son:

- Caja
- Piso
- Paredes
- Techo
- Bastidor

4.3.1.1 Cálculo y Diseño de Caja

La caja es el elemento portante fijada al bastidor, la cual está completamente cerrada excepto los ductos de ventilación y la puerta principal de acceso. Las paredes, techo y piso están contruidos por materiales metálicos y el interior de la cabina recubierto con madera

Para el Cálculo ver tabla 20

Tabla 20. Datos para carga de Cabina

Descripción	Peso (Kg)
<u>Carga Viva</u> Pasajeros	400

<u>Carga Muerta</u>	
Piso de Madera	5.25
Marco	24.5
Travesaños	12.4
Pared Metalica	75
Carga Total Muerta	117.15

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2020)

$$\text{Sobre carga (A.I.S.C)} = 0.5 \times \text{Carga Viva} = 0.5 \times 400\text{kg} = 200\text{Kg}$$

$$\text{Impacto (A.I.S.C)} = 25\% \times \text{Carga Viva} = 0.25 \times 400\text{kg} = 100\text{Kg}$$

$$\text{Carga Total} = \text{Carga viva} + \text{Carga Muerta} + \text{Sobrecarga} + \text{Carga de Impacto}$$

$$400\text{Kg} + 113.33\text{Kg} + 200\text{Kg} + 100 \text{Kg} = 817.15\text{Kg}$$

$$\text{Área del Piso} = 900\text{mm} \times 1250 \text{ mm} = 0.9\text{m} \times 1.25\text{m} = 1.125 \text{ m}^2$$

Como se trata de una carga uniformemente distribuida, la carga sería

Para efectos de cálculo la carga será aproximada a 727Kg/m²

Cálculo del marco inferior de la Cabina

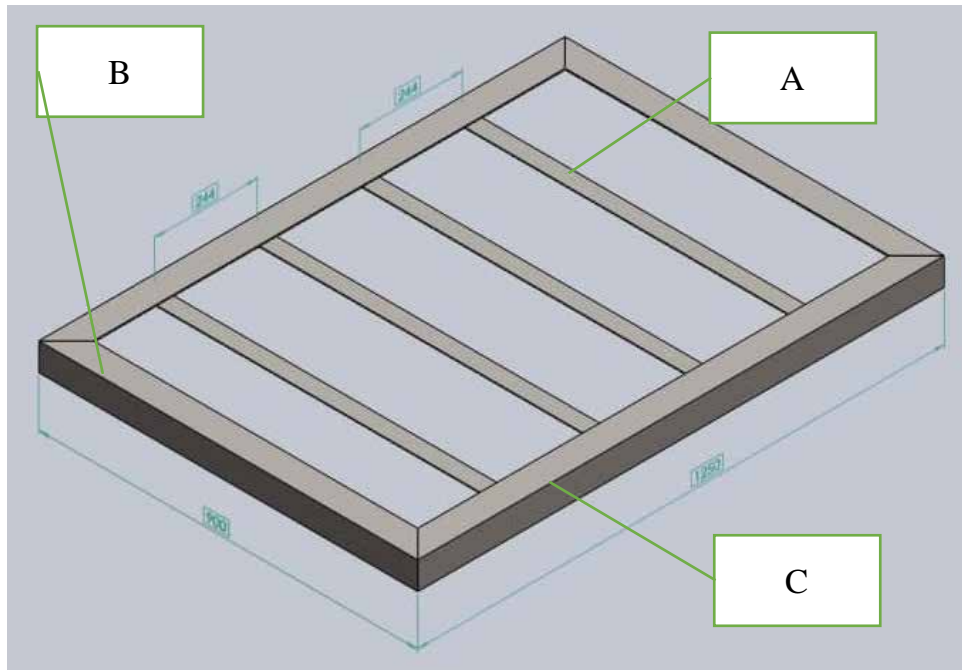


Figura 42. Marco Inferior de Cabina

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Para todos los elementos estructurales se usará Acero ASTM-A36 que son los más comerciales y destinados para estas construcciones (ver figura 42)

El marco inferior se dispondrá de diferentes elementos como se muestra en la figura anterior. El elemento A se comporta como viga cargada uniformemente. Al ser una carga uniformemente repartida, la carga sobre cada travesaño es:

Se trabajará con unidades inglesas por lo que se convierte a kg/m a lb/ft

El momento máximo del travesaño con la carga uniformemente repartida es:

Donde

$L = \text{longitud del travesaño} = 0.9\text{m} = 2.95\text{ft}$

Ahora con el momento máximo, se encuentra el módulo de sección para la selección del perfil para la construcción del piso, siendo

$S = \text{Modulo de sección del perfil Requerido}$

El Esfuerzo Admisible (σ_{Adm}) del material en este caso del Acero ASTM-A36 = 70.000 lb/pulg² y el factor de seguridad para para ascensores será mínimo de 5 por lo que

Reemplazando valores en la ecuación se tiene:

Se va al catálogo de perfiles de SIDOR (Anexo SIDOR) y se escoge un perfil angular 40x40x6 el cual tiene las siguientes características: (ver tabla 21)

Tabla 21. Catálogo de Perfiles SIDOR. Perfil Angular.

Perfil Angular 40x40x6	
Peso	3.58 kg/m
Area	4.48 cm ²
I_x, I_y	6.31 cm ⁴
$S_x = S_y$	2.26 cm ³
$R_x = R_y$	1.19 cm

Fuente: Maneiro,A Catalogo Siderúrgica del Orinoco (2013)

Análisis por Cortante del Miembro A

Para que el perfil seleccionado cumpla con los requisitos para vigas cargadas uniformemente se le debe hacer el análisis cortante, donde el esfuerzo de corte encontrado debe ser menor a $F_v=14.500 \text{ lb/pulg}$ para el acero estructural ASTM-A36

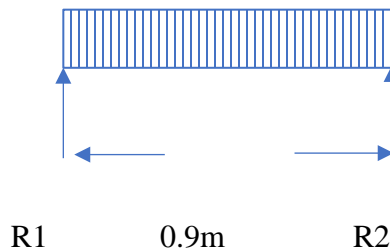


Figura 43. Análisis del miembro A

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2020)

$$R1=R2 = Ra = \frac{\text{Carga total}}{2} = 79.8246\text{Kg}=175.98\text{lb}$$

El máximo esfuerzo de corte se presenta en el punto de apoyo donde están las reacciones, entonces el cortante tiene el mismo valor de la reacción por lo que:

De esta manera:

El esfuerzo cortante calculado es menor que el admisible, por lo que el perfil escogido no fallara por esfuerzos cortantes en el sistema.

Análisis por Deflexión del Miembro A

La deflexión máxima permitida según la Norma Covenin 1753-2006 para vigas apoyadas en los extremos con una carga uniformemente repartida es:

Donde

$L =$ longitud de la viga $= 0.9\text{m} = 35.424$ pulg

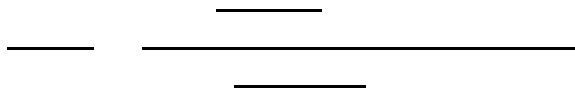
$E =$ módulo de elasticidad del material (Acero ASTM-A36) =

$W = 119.2047\text{lb/ft} * 1\text{ft}/12\text{pulg} = 9.9337\text{lb/pulg}$

Entonces:

Esta es la deflexión permitida

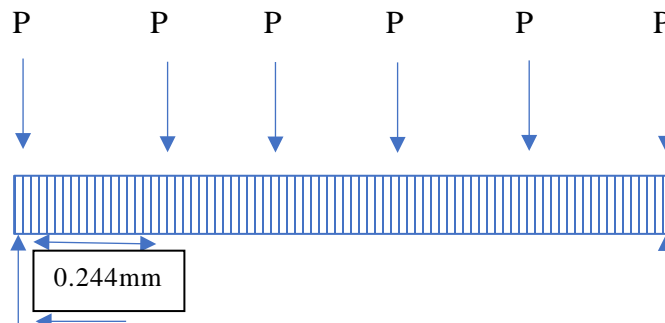
Ahora se encuentra la deflexión de la viga para ver si esta es menor que la permitida y saber si la viga no falla por deflexión



El valor obtenido es muy inferior a la deflexión permitida e indica que la viga no fallara por deflexión

Cálculo de las vigas laterales (Miembro B)

Estas vigas son las que soportan los travesaños y se consideran apoyadas en los extremos con cargas puntuales aplicadas a distancias iguales y de igual magnitud, a diferencia de los extremos que no se consideran ya que se anulan, y una carga uniformemente repartida como muestra la figura 44.



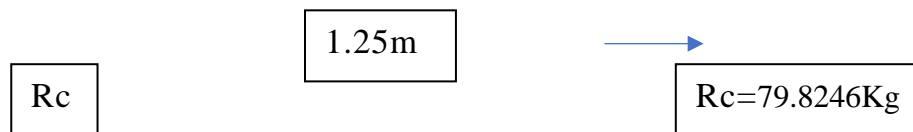


Figura 44. Distribución de cargas de miembro B

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2020)

Haciendo las equivalencias, el sistema según figura 45.

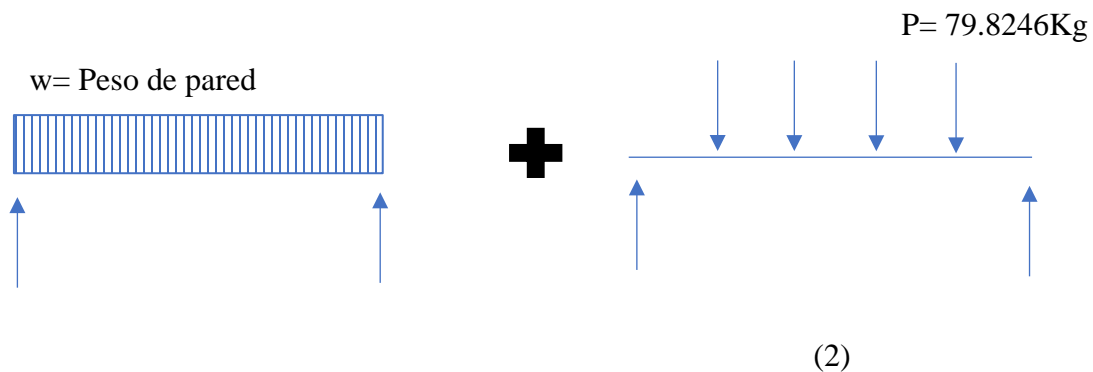


Figura 45. Equivalencias de Cargas miembro B

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2020)

El peso de la pared será igual a = 75Kg

Debido a que es una carga distribuida

$$W = 75\text{kg}/1.25 \text{ m} = 60\text{kg/m} = 40.31\text{lb/ft}$$

Calculo del primer sistema correspondiente a la viga apoyada en los extremos con carga uniformemente repartida en la figura 46).

$$W = 40.31\text{lb/ft}$$



Figura 46. Sistema 1 del miembro B

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2020)

M_{max} = Momento máximo



Y como se hizo en el miembro A , se selecciona un perfil



Siendo

S_1 = módulo de sección del sistema

Cálculo del segundo sistema correspondiente a la viga con cargas puntuales aplicadas a distancias iguales y de igual magnitud(ver figura 47)

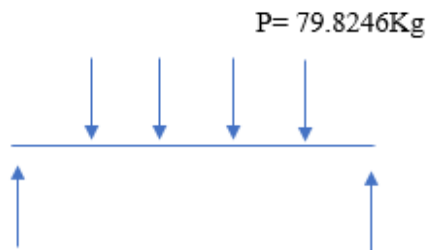
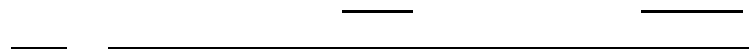


Figura 47. Sistema de Cargas puntuales en viga apoyada a los extremos (sistema 2)

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2020)

Para este caso



y repetidamente se aplica la Ecuación de S_1

Conocidos los esfuerzos últimos de los sistemas en que se dividió el sistema total se puede conocer el módulo de sección de todo el sistema

$$S_t = S_1 + S_2 = 1.1798 \text{ cm}^3 + 6.0632 \text{ cm}^3$$

$$S_t = 7.243 \text{ cm}^3$$

Con este valor, se va al catálogo de perfiles de SIDOR (Anexo SIDOR) y se escoge un perfil angular 75x75x7 el cual tiene las siguientes características (ver tabla 22)

Tabla 22. Catálogo de Perfiles SIDOR. Perfil Angular.

Perfil Angular 75x75x67	
Peso	7.94kg/m
Area	10.10 cm ²
I _x ,I _y	52.3 cm ⁴
S _x =S _y	9.67 cm ³
R _x =R _y	2.27 cm

Fuente: Maneiro, A Catálogo Siderúrgica del Orinoco (2013)

Análisis por cortante

$$\text{Carga total del sistema} = (79.8246 \text{ Kg} \times 2.2 \text{ lb/pulg} \times 4) + (40.31 \text{ lb/ft} \times 4.1010 \text{ ft}) = 867.76779 \text{ lb}$$

Como las cargas están situadas a igual distancia de los extremos y entre ellas, y la carga uniformemente repartida se convierte en una carga puntual situada en el centro, las reacciones en los extremos serán iguales entre ellas e iguales a la mitad de la carga

De la misma forma que en el caso de los travesaños la mayor fuerza cortante se presenta cerca del punto de apoyo por lo que se dice que la máxima fuerza cortante presentada en este sistema es igual al valor de la reacción

Ahora el esfuerzo cortante máximo presentado en el sistema es:

El cortante es mucho menor al esfuerzo admisible, quiere decir que el perfil seleccionado se comporta de manera eficiente por cortante

Chequeo por deflexión

Para la aprobación por deflexión de esta viga, se debe hacer primero la comprobación por separado de cada uno de los sistemas en que fue dividido y sumados estos 2 valores se comparan contra el valor dado por las normas de resistencias de materiales que es :

La Deflexión del sistema total será :

Que es mucho menor que el valor dado por las normas de resistencia de materiales y que no indica que el perfil no fallara por deflexión

Paredes y techo

Las paredes de la cabina se construirán con lamina losacero calibre 20 como la mostrada en la figura 48.

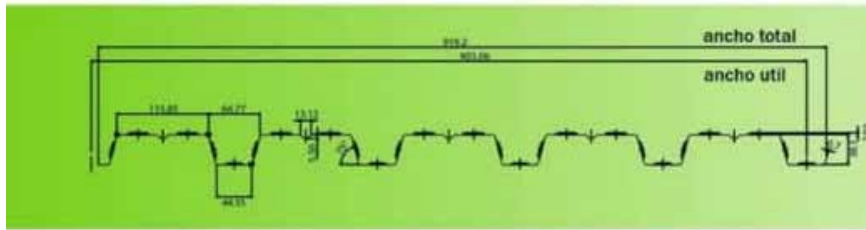


Figura 48. Diseño de Paredes de Cabina

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Se muestra referencia a anexos con tabla de características:

Estos dobleces hacen la función de eliminar ruidos ocasionados por la velocidad de la cabina y las vibraciones que se presentan durante el movimiento, esta lámina estará recubierta con tablas de MDF fino, para ganar resistencia y facilitar el enlucimiento de la misma (ver figura 49)

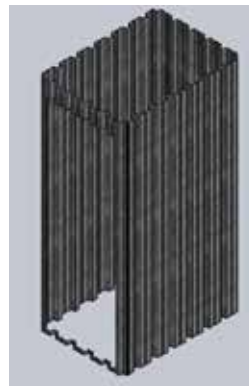


Figura 49. Diseño de Paredes de Cabina

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Para el techo de la cabina se utilizará una estructura similar al piso con sus mismas características

Análisis estático de Cabina

Uno de los elementos estructurales con mayor esfuerzo y que a su vez está sometido a la carga directa es el piso de la cabina, el cual se optó por simularle una carga de 500 Kg para observar su comportamiento

El análisis estático arrojó como resultado que los perfiles seleccionados para el diseño trabajan adecuadamente sin sufrir deformaciones plásticas permanentes, comprobando así la factibilidad del diseño (ver figuras de la 50 a la 53)

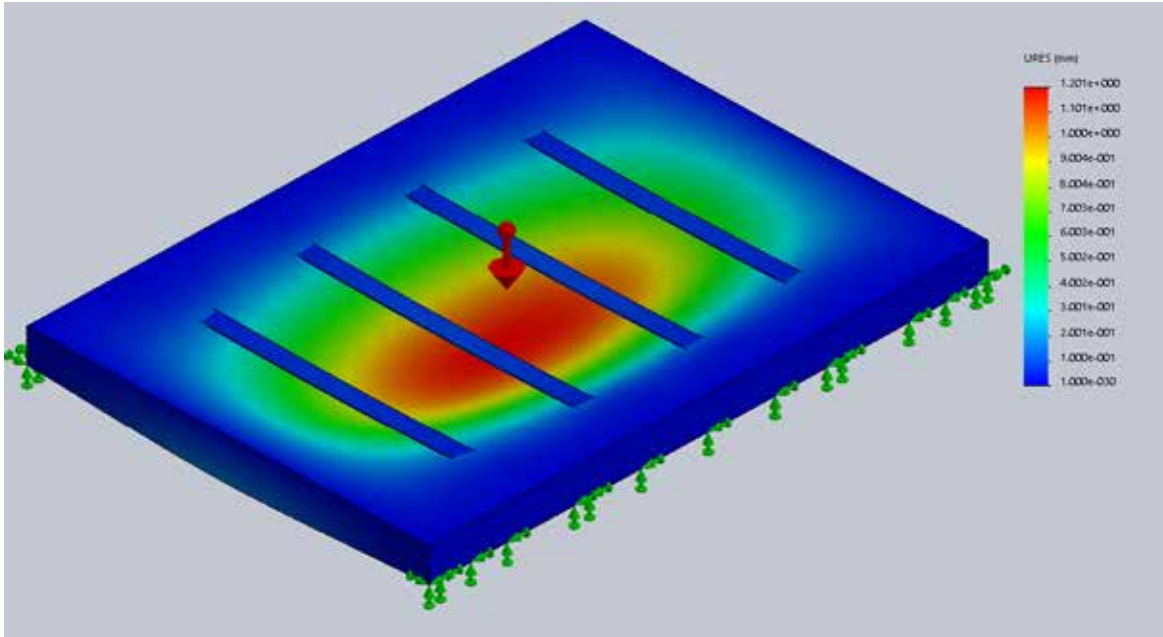


Figura 50. Análisis de Deformación

Fuente: Bafi,A y Delpino,E (2021)

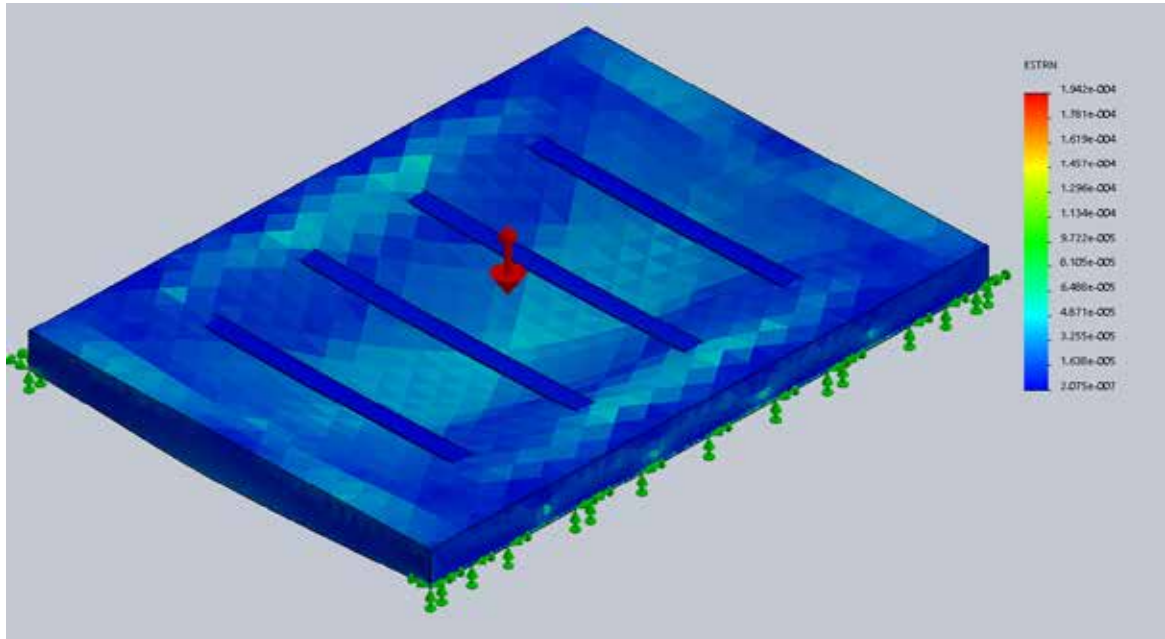


Figura 51. Análisis de Deformación unitaria

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

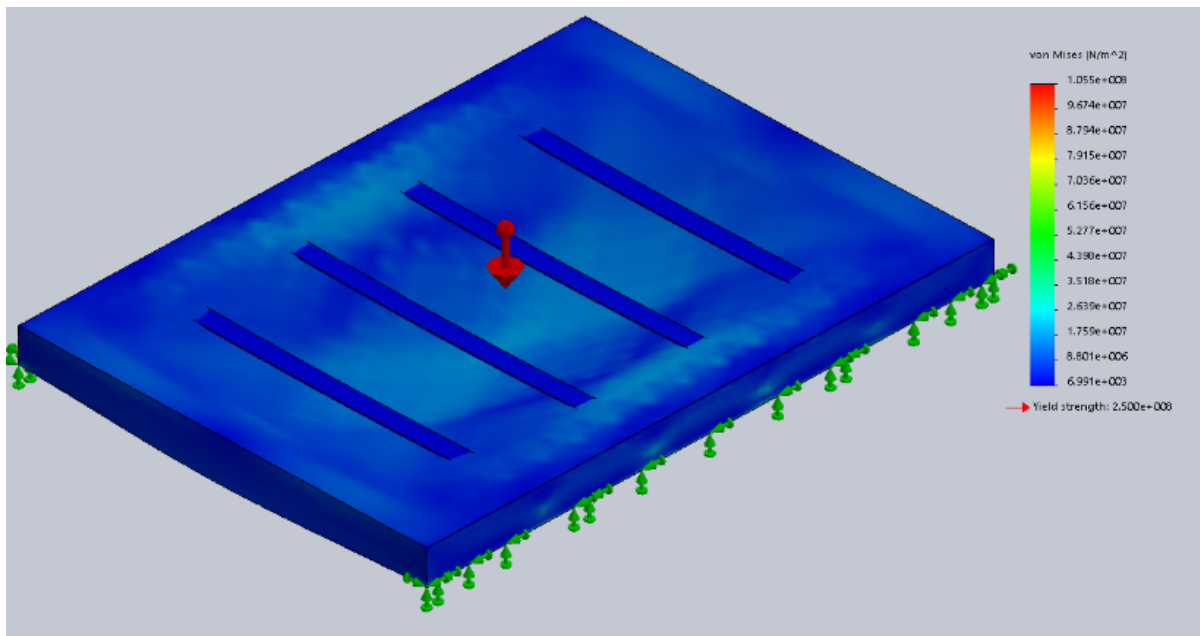


Figura 52. Análisis de esfuerzos

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

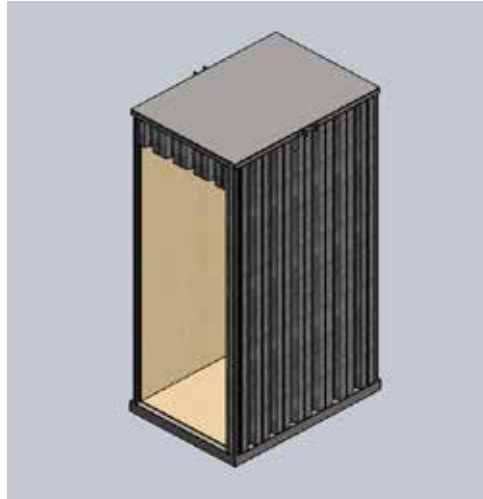


Figura 53. Análisis de esfuerzos

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

4.3.1.2 Cálculo de Bastidor de Cabina

El bastidor de la cabina es el elemento resistente al que se fijan el eje de la polea y el mecanismo del paracaídas. El bastidor debe ser robusto, calculado con un coeficiente de seguridad mínimo de 5, para resistir las cargas normales y las producidas por el funcionamiento del paracaídas y quedar acunada bruscamente la cabina, la forma del bastidor será como la mostrada en la figura 54.

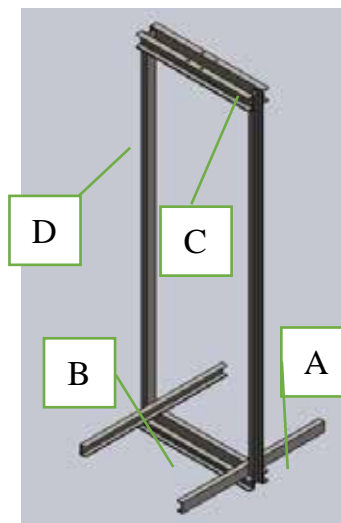


Figura 54. Piezas que conforman al bastidor de cabina

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Cálculo del miembro A del bastidor

Este miembro se comporta como una viga apoyada en sus extremos con una carga puntual aplicada en el centro, tal como se muestra en la figura 55

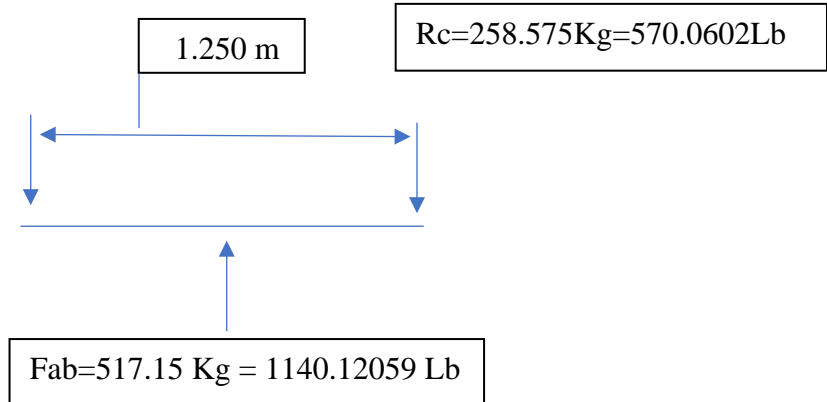


Figura 55. Distribución de cargas en miembro A

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Por lo tanto, se dice que

L: longitud de la viga = 1.250m=49.2126 pulg

Por lo tanto, el módulo de sección será

Con este valor, se va al catálogo de perfiles de SIDOR (Anexo SIDOR) y se escoge un perfil U UPN80 75x75x7 el cual tiene las siguientes características(ver tabla 23)

Tabla 23. Catálogo de Productos Siderúrgicos. Perfil UPN80.

Perfil UPN80	
Peso	8.65Kg/cm

Area	11 cm ²
I _x	106 cm ⁴
S _x	26.5 cm ³
R _x	3.10 cm

Fuente: Maneiro, A Catalogo Siderúrgica del Orinoco (2013)

Análisis por cortante del miembro A del bastidor

El máximo valor cortante se encuentra en el sitio de apoyo a causa de las fuerzas encontradas, la fuerza esta aplicada a igual distancia de los apoyos, por lo tanto las reacciones serán iguales y estas serán iguales al valor máximo de la fuerza de corte presentada en la viga

— —————

$$F_v = \text{Esfuerzo cortante admisible} = 14500 \text{ Lb/pulg}^2$$

$$A_c = \text{Área del perfil} = 11 \text{ cm}^2 = 1.7050 \text{ pulg}^2$$

————— —————

El esfuerzo cortante de trabajo es menor al esfuerzo cortante admisible, que indica que el perfil no fallara por cortante

Análisis por Deflexión del miembro A del bastidor

La máxima deflexión permitida es :

————— —————

Para el perfil , la deflexión será

—————

Donde

E= módulo de elasticidad =

I=inercia del perfil =

Deflexión del perfil menor que la deflexión admisible, indica que el perfil no fallara por deflexión

Cálculo del miembro B del bastidor

El miembro B del bastidor es una viga apoyada en sus extremos con 2 cargas puntuales aplicadas a igual distancia de los extremos (ver figura 56)

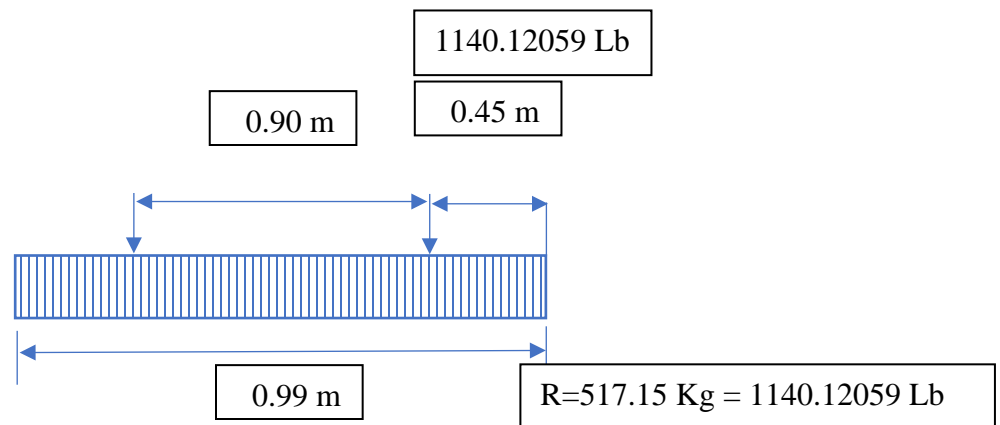


Figura 56. Análisis de fuerzas en miembro de bastidor

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Por experiencia se sabe que las vigas normalmente fallan donde el momento flector es máximo, por lo que se empieza encontrando su tamaño para que resistan las fuerzas del flexión

L =longitud de la viga = 0.99m= 38.9764 pulg

a =distancia del extremo de la viga al punto de aplicación = 0.45m= 1.77165 pulg

P = fuerzas aplicadas = 1140.12059 Lb

M_{max} =momento máximo

S= modulo de sección

Puesto que el miembro B del bastidor se compone de dos vigas iguales, el módulo de sección para cada una de las vigas será la mitad del esfuerzo cortante encontrado (ver tabla 16)

Entonces

$$S=S \text{ encontrado}/2= 2.3597/2=1.17985 \text{ cm}^3$$

Con este valor, el perfil U adecuado es el perfil UPN 80 (ver tabla 23)

Análisis por cortante del Miembro B del bastidor

$$R_b = \text{reacción en los apoyos} = 1140.12059 \text{ Lb}$$

Las dos reacciones en los apoyos debido a que las cargas aplicadas son iguales y están a igual distancia. El punto más crítico donde se presenta el cortante es precisamente donde están los apoyos razón por la cual el valor de la fuerza cortante es igual a la reacción

$$V_{\max} = 1140.12059 \text{ Lb}$$

$$F_v = \text{esfuerzo cortante permitido} = 14500 \text{ lb/pulg}^2$$

Como el esfuerzo cortante de la viga es menor al esfuerzo cortante permitido, la viga no tendrá problemas por cortante

Análisis por deflexión del miembro B del bastidor

Deflexion de la viga

Como la deflexión de la viga es menor a la deflexión permitida la viga cumple por lo tanto el perfil no falla por deflexión

Cálculo del miembro C del bastidor

El miembro C del bastidor esta constituido por 2 vigas iguales que se comportan de la siguiente manera (ver figura 57)

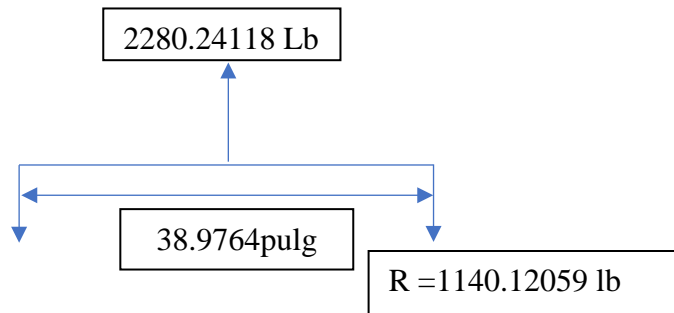


Figura 57. Marco inferior de cabina

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

$$M_{max} = P \times L / 4$$

Donde

$$P = \text{carga} = 2280.24118 \text{ lb}$$

$$L = \text{longitud de viga} = 38.9764 \text{ pulg}$$

Entonces

S= módulo de sección

Con este valor, el perfil U adecuado es el perfil UPN 80 (ver tabla 23)

Análisis por cortante miembro C del bastidor

Re= reacción en los apoyos

$$Re = p/2 = 1140.12059 \text{ lb}$$

Como se ha dicho el punto más crítico donde se puede presentar el cortante es en los apoyos, por lo tanto la reacción es igual a la fuerza cortante

$$Re = V_{\max} = 1140.12059 \text{ lb}$$

$$F_v = 14500 \text{ lb/pulg}^2 \text{ (esfuerzo admisible)}$$

Como el esfuerzo cortante del perfil es menor que el valor del cortante admisible, el perfil no fallara por cortante

Cálculo del miembro D del bastidor

Se comporta como un elemento estructural a tensión. Para estos, se debe utilizar en el cálculo la siguiente formula

Donde

P= carga ejercida sobre el elemento

A = Área del perfil

La resistencia última a tensión para el acero A36 (ver figura 58) es igual a 70000 psi con factor de seguridad de 5

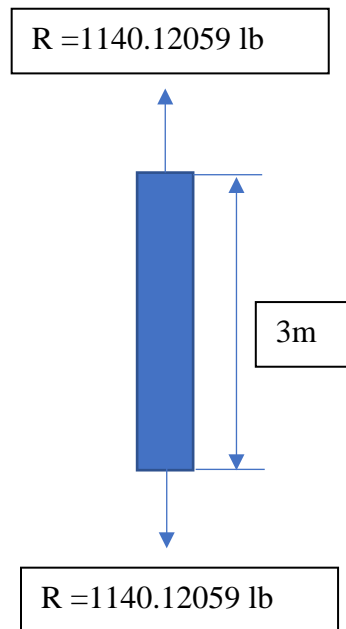


Figura 58. Fuerzas en el miembro D a tensión

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Por lo tanto

$$F_{adm} = S_u / 5 = 70000 \text{ psi} / 5$$

$$F_{adm} = 14000 \text{ psi}$$

Por lo tanto el área del perfil será:

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

Con este valor, el perfil U adecuado es el perfil UPN 80 (ver tabla 16)

Cálculo y Simulación de Soldadura para Perfil UPN80

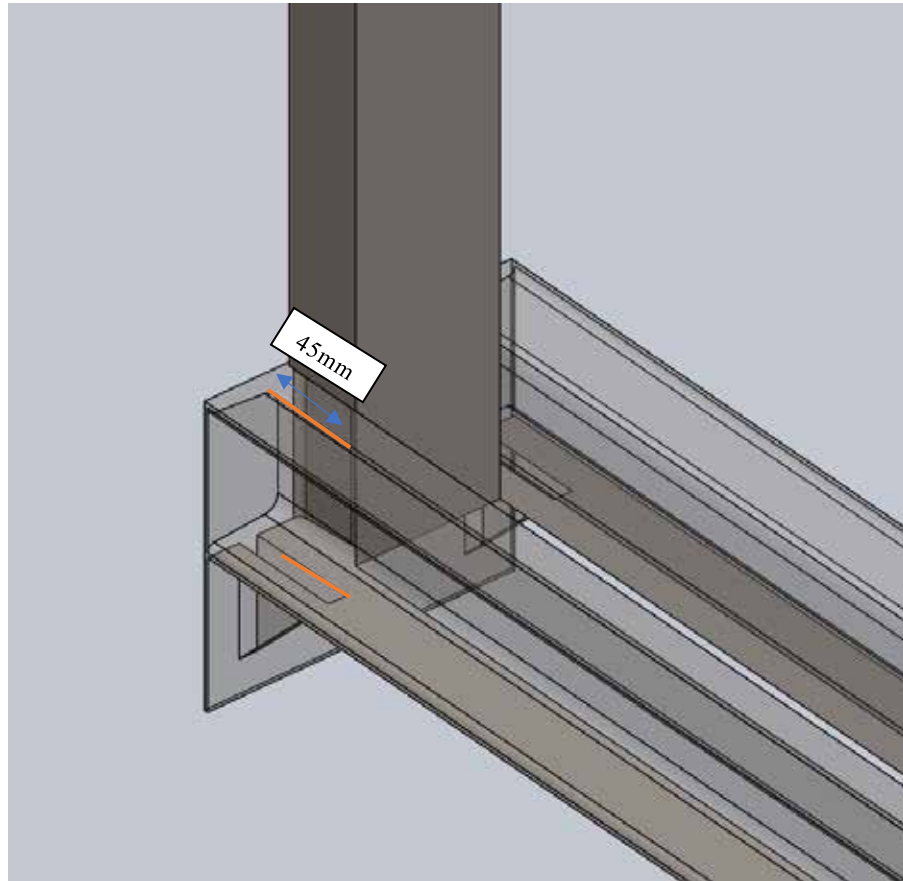

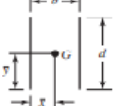


Figura 59. Soldadura en perfil UPN de bastidor de cabina

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Se hace la selección de soldadura paralela de filete,(ver figura 59) la cual tiene las propiedades en la tabla 24

Tabla 24. Propiedades de Soldadura de filete

Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento polar unitario del área
	$A = 0.70 \, hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = d^3/12$
	$A = 1.41 \, hd$	$x = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6}$

Fuente: Budynas, R. y Nisbett, J. (2.008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley.

Al ser escogida la soldadura de filetes paralelos, el área de la garganta viene dada por:

Siendo

h:tamaño de soldadura

d: longitud de soldadura

Y basándose en los perfiles a soldar, que se representa en el siguiente gráfico, la soldadura se realiza de la siguiente manera (ver figura 60)

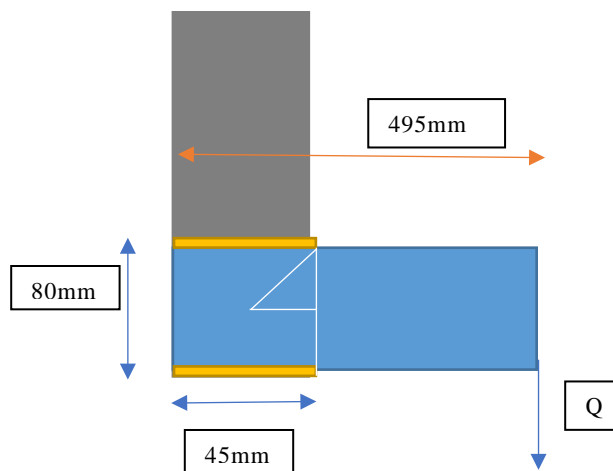


Figura 60. Soldadura en perfil UPN de bastidor de cabina

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Siendo _____

El cálculo el área sería

Siendo h la incógnita a conseguir

Luego de la misma tabla

— —

Primero se hace el estudio del corte de la soldadura

— — — —

_____ =

Siendo así el corte máximo igual a

Se selecciona un electrodo E7018 debido a que son de bajo contenido de hidrogeno, tenaces, resistentes al agrietamiento, libres de poros e inclusiones de escoria, lo cual queda demostrado al realizar el análisis radiográfico. Las aplicaciones específicas incluyen plantas de potencia, plantas petroquímicas, montajes de estructuras de acero, equipos de minería, soldadura en ambientes de baja temperatura donde las propiedades de impacto sean importantes, construcción de vagones de trenes, rieles, equipos pesados, construcciones navales en aceros de los grados A, B,

D y E, erección de plataformas costa afuera, construcción de calderas, tanques, gasoductos y oleoductos.

El Esfuerzo último del Acero A36 es de 400Mpa y el esfuerzo de fluencia del mismo es de 250Mpa

Por lo que

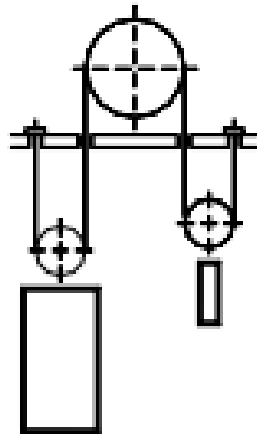


Por lo que el electrodo de soldadura a utilizar será un electrodo de 3/16" de diámetro

4.3.2 Tipo de Arreglo

El arreglo para la suspensión es un arreglo 2:1 el cual disminuye drásticamente la tensión y la potencia requerida La cabina y el contrapeso se desplazan la mitad del recorrido que se desplaza la polea de la máquina. En este caso, la polea de la maquina soporta la mitad del peso de cabina+contrapeso

La figura 61 muestra un esquema de cómo estará arreglado el grupo tractor



2 : 1

Figura 61. Arreglo de suspensión de Ascensor

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Por lo que la ecuación para el cálculo del contrapeso queda definida así:

4.3.3 Contrapeso

El contrapeso tiene como misión equilibrar el peso de la cabina, bastidor y paracaídas y puede ser de hasta el 40% de la carga o más, pero nunca superior al 50%. El contrapeso está constituido por un bastidor similar al bastidor de la cabina, que se desliza por unas guías.

Los contrapesos en si son generalmente bloques de fundición pero en algunos casos se hacen de hormigón.

4.3.3.1 Calculo del Bastidor del Contrapeso

El bastidor del contrapeso tendrá una forma como la mostrada en la figura 62

Para facilitar los cálculos de cada uno de los miembros que lo componen, se han identificado con un número, de acuerdo a la función que desempeñen

El miembro 1 del contrapeso, son cuatro vigas que como ya se dijo tienen un comportamiento igual y por lo tanto se puede usar el mismo perfil

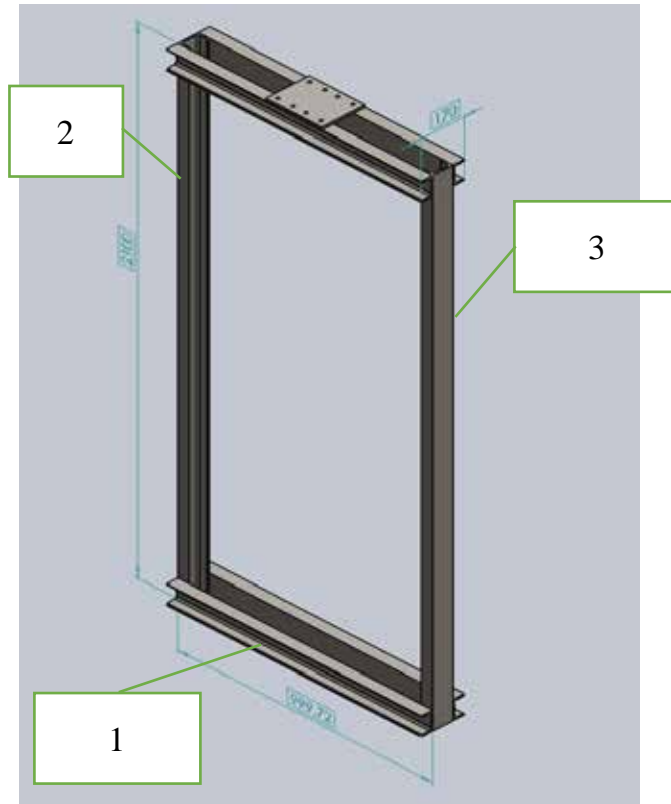


Figura 62. Bastidor de contrapeso

Fuente: Bafi,A y Delpino,E (2021)

Lo primero que se hace es el cálculo del peso del contrapeso mediante de las ecuaciones del arreglo obtenido en el apartado anterior

Para el cálculo del miembro 1 se asume que la carga será de 250 kg ya que no se considera aun el peso mismo de la estructura. La carga se presenta uniformemente repartida tal como se muestra en la figura 63.

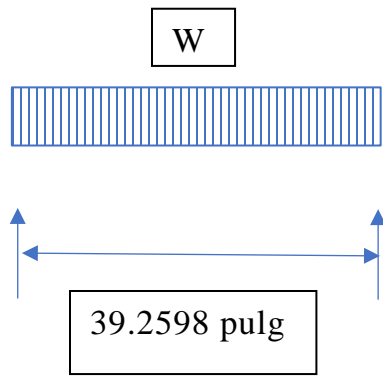


Figura 63. Bastidor de Contrapeso

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

—

W= Carga uniformemente repartida

Entonces

Y el esfuerzo admisible a flexión es

Con este valor, el perfil U adecuado es el perfil UPN 80 (ver tabla 16)

Chequeo por cortante del miembro 1

$$W=14.038 \text{ lb/pulg}$$

$$L=39.2598 \text{ pulg}$$

Como el máximo esfuerzo permisible para cortante es 14500 lb/pulg^2 , debe darse que el esfuerzo cortante máximo del perfil sea menor o igual al permisible, por lo tanto

Quiere decir que el perfil escogido no fallara por cortante en las condiciones de trabajo

Chequeo por deflexión del miembro 1

La máxima deflexión permitida en miembros que trabajan en estas condiciones es :

Por lo tanto la deflexión que se presente debe ser menor o igual a 0.1090 pulg

Donde

Entonces

Valor menor a la deflexión permitida , por lo tanto el perfil no fallara por deflexión

Cálculo del miembro 2 del bastidor de contrapeso

Este miembro trabaja igual al miembro C del bastidor de la cabina, como lo muestra la figura 64.

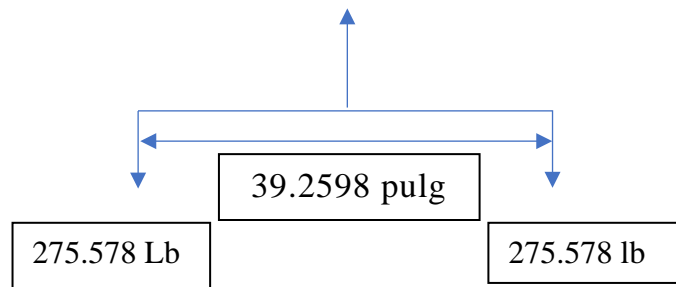


Figura 64. Bastidor de contrapeso

Fuente: Bufe,A y Delpino,E (2021)

Donde

$L= 39.2598$ pulg

$P= 551.156$ lb

Es esfuerzo admisible a flexión es de 14500 lb/pulg² , por lo que :

Con este valor , el perfil U adecuado es el perfil UPN 80 (ver tabla 23)

Los chequeos por cortante y por deflexión, se hace innecesario a causa de que con este perfil escogido realmente este miembro queda sobre diseñado y queda lógico que por lo tanto no fallara en ninguno de los casos

Cálculo del miembro 3 del bastidor del contrapeso

Este miembro se comporta como un elemento a tensión por lo que se dice que:

$$S_u = P/A$$

Siendo

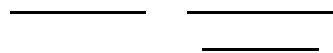
S_u = esfuerzo ultimo a tensión

P = carga ejercida sobre el elemento = 125kg = 275.578lb , debido a que son dos elementos que hacen el mismo trabajo , por lo tanto la carga es la mitad de la carga del sistema

A = área del perfil necesitado

Como la resistencia última a tensión para el acero A36 es igual a 70000 lb/pulg y con un factor de seguridad de 5 se tiene que es el esfuerzo admisible es de 14000 lb/pulg² el cual sería el admisible a tensión

Por lo que



Con esta área de perfil, se va a la **Tabla 23. Catálogo de Productos Siderúrgicos. Perfil.UPN80)** de Sidor, por lo que el mismo perfil UPN80 queda sobre diseñado y cumple con los requisitos para su construcción

Diseño y Cálculo de los Bloques del Contrapeso

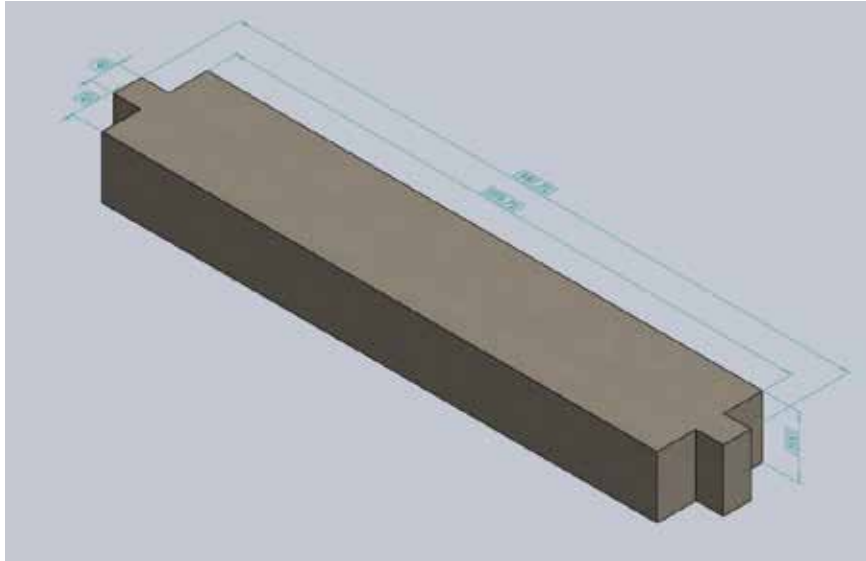


Figura 65. Dimensiones de Bloque de contrapeso

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Los bloques que conforman el contrapeso serán fabricados en concreto(ver figura 65) , tendrán un peso unitario de 35 kg para la manipulación de estos se pueda efectuar con facilidad

La forma y dimensiones de los bloques se muestran en la figura 66

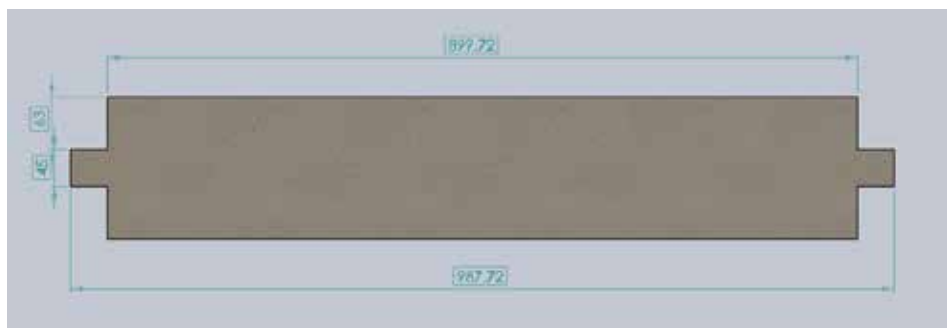


Figura 66. Bloque de concreto del contrapeso

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

A=área del bloque

Con la densidad del concreto siendo 2200 kg/m³, se consigue el valor del volumen y se comprueba el peso de cada bloque y así se determina la cantidad de bloques para completar el valor del contrapeso requerido

$V = \text{Area} \times \text{altura}$

Altura = 100 mm = 0.1m

Por lo que la masa de cada bloque será

Con el peso del bastidor siendo 73.736 kg debido a los perfiles utilizados, resta un total de 236.764 kg para completar el peso requerido del contrapeso por ende

$236.764\text{kg} / 34.741 = 6.8$ bloques

Por lo que redondeando, se decide a colocar 7 bloques en el contrapeso (ver figura 67)

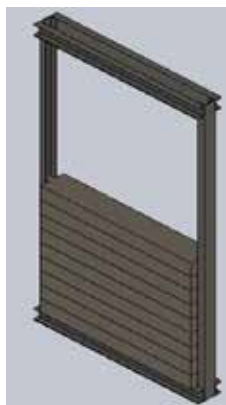


Figura 67. Bastidor de contrapeso

Fuente: Bufi, A y Delpino, E (2021)

Cálculo de Soldadura de del Bastidor de Contrapeso

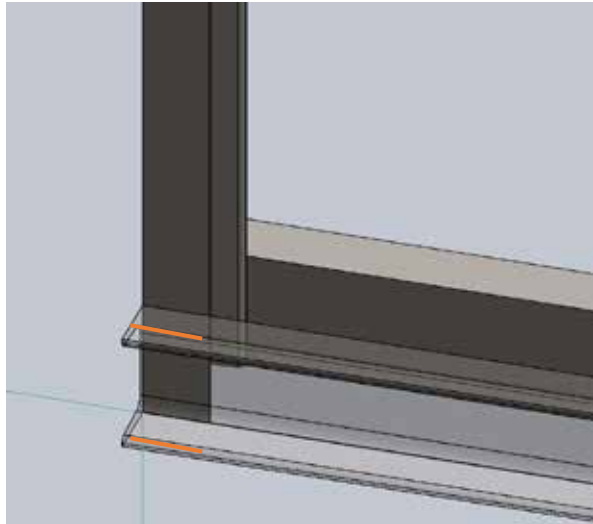


Figura 68. Bastidor de Contrapeso

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Se hace la selección de soldadura paralela de filete, la cual tiene las propiedades en la tabla 17

Al ser escogida la soldadura de filetes paralelos, el área de la garganta viene dada por :

Siendo

h:tamaño de soldadura

d: longitud de soldadura

Y basándose en los perfiles a soldar, que se representa en el siguiente gráfico, la soldadura se realiza de la siguiente manera (ver figura 69)

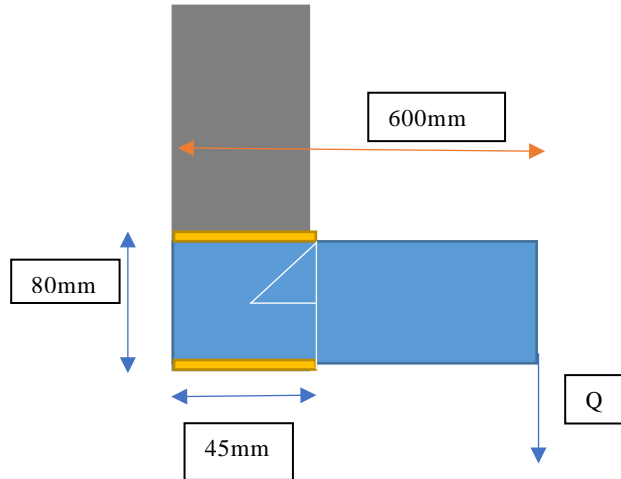


Figura 69. Soldadura en Perfil UPN de Bastidor de Cabina

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Siendo h —

El cálculo el área sería

Siendo h la incógnita a conseguir

Luego de la misma tabla

— —

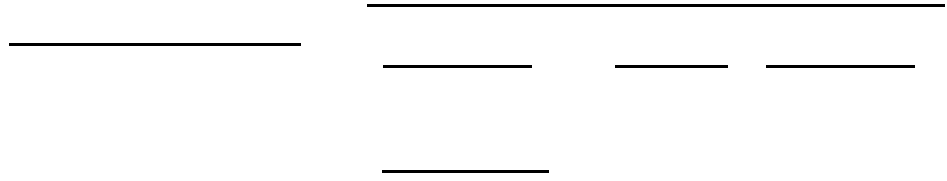
Primero se hace el estudio del corte de la soldadura

— — —

— — — — —

— — =

Siendo así el corte máximo igual a



Se selecciona un electrodo E7018 debido a su bajo contenido de hidrogeno lo que le proporciona excelentes propiedades mecánicas y resistencia a esfuerzos elevados.

El Esfuerzo último del Acero A36 es de 400Mpa y el esfuerzo de fluencia del mismo es de 250Mpa

Por lo que



Por lo que el electrodo de soldadura a utilizar será un electrodo de 1/16" de diámetro.(ver figuras 70,71)

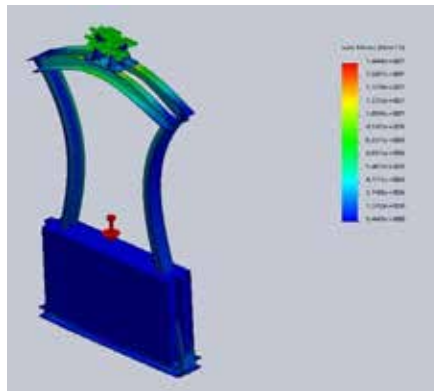


Figura 70. Análisis de Von Misses del contrapeso

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

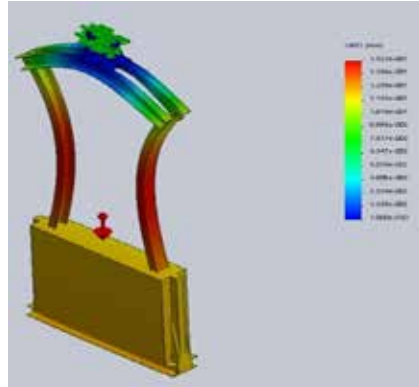


Figura 71. Análisis de Deflexión del contrapeso

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

4.3.4 Guayas de Suspensión

Las guayas de suspensión, soportan la cabina por un lado y el contrapeso por el otro, son las que le dan el movimiento al sistema completo por lo que estas mismas deben diseñarse con las características necesarias para soportar las cargas del conjunto completo

Basándose en el arreglo mencionado, se pasa a los cálculos de las tensiones críticas en el sistema y la selección de la guaya adecuada.

Cálculo de las guayas de suspensión

Basándose en el arreglo, las tensiones quedan distribuidas de la siguiente manera

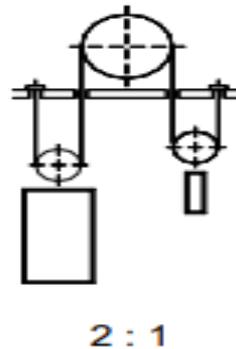


Figura 72. Soldadura en Perfil UPN de bastidor de cabina

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Siendo

a =aceleración del sistema

La aceleración del sistema viene por la relación entre el tiempo de estabilización de la cabina y la velocidad de la misma

Escogiendo una velocidad de 1m/s que son los más comunes en este tipo de máquinas y un tiempo de estabilización de 2 segundos, la aceleración queda así:

$$a = \frac{v}{t}$$

Por ende la ecuación para conocer la tensión crítica viene expresada así

$$T_c = \frac{W}{2}$$

Con este valor seleccionamos un cable que cumpla con el factor de seguridad, siendo $F_s=5$

Por lo tanto $T_{max}=F_s \times Tension = 5 \times 431.4042=2157.021 \text{ Kgf}$

Del catálogo de guayas en el (**ver Anexo. 1** Catalogo de Guayas) Selecciona un Cable IPH819E , el cual tiene una masa de 0.218kgf/m y una T de rotura igual a 2997.97kgf por lo que tiene bastante campo de seguridad en caso de algún accidente

El peso de las guayas es despreciable en virtud de la magnitud de la carga y el diámetro de la polea se calcula en función del diámetro del cable, el cual es de 8mm por ende

4.3.5 Motor

El motor de tracción es el componente que suministra la potencia necesaria para llevar a cabo los movimientos de subida y bajada, tanto con y sin la carga nominal, y además ayuda a vencer la fuerza de rozamiento que hay entre los cables de

suspensión y poleas. En este caso se usa un motor eléctrico el cual es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generada en sus bobinas

El paso siguiente es el cálculo de la potencia necesaria para hacer el funcionamiento correcto del ascensor

Cálculo de la Potencia del Motor

La ecuación para la potencia del motor viene dada por:

Siendo la T efectiva

Por lo que la ecuación se reescribe así

—

Por lo que se hace una escogencia de 2 Hp para el motor, lo que equivale a 1.5Kw

La escogencia se hace de un motor torin GTAW7 disponible ne los anexos donde están todas sus características

Disposición y cantidad de guayas para el grupo tractor

Con la configuración de polea se tiene que el ángulo de contacto es 180grados()

La ecuación de tensión dice:

—

Donde el coeficiente de fricción entre poleas y cable, se obtiene de la tabla de coeficientes de fricción de superficies de contacto (**ver Anexo 2. COEFICIENTE DE FRICCIÓN**)

Para verificar el funcionamiento, calculamos la tensión requerida que soporta la tensión real, para comparar con la tensión real, si se cumple que la real es mayor que la requerida entonces hay deslizamiento y habría que incrementar el número de ramales e manera proporcional

En este caso la $T_2=310.5 \text{ Kgf}$, despejando se tiene que

Y se tiene que $T_{1real} =$

Por lo que el número de ramales mínimo será de 2 cables , pero considerando desgaste y sucio , se toman 4 ramales para el grupo tractor

4.3.6 Guías de Cabina y contrapeso

El desplazamiento de la cabina se asegurara por medio de guías rígidas en forma de T y perfectamente calibradas y enderezadas, en tramos empalmados con placas adecuados como de la norma NM 196.1999(**ver Anexo 3. PERFIL T perfil T para guías**)

Las guías deben cumplir con lo siguiente:

- La acción de las guías deberá ser la suficiente para soportar , con un coeficiente de seguridad igual o mayor a 10 el esfuerzo de frenado de la cabina al ser detenido por el paracaídas
- Deberá además resistir sin deformarse más de 3mm los empujes horizontales que produzcan las excentricidades de la carga de la cabina
- La tolerancia máxima en el paralelismo de las guías será de 5 mm cualquiera que sea el recorrido del ascensor

Cálculo de guías de cabina

Para el cálculo de esta fuerza se supone la mitad de la carga máxima de la cabina ($Q/2$) a una distancia de la proyección vertical del punto de suspensión del bastidor sobre el suelo de la cabina igual a $1/4$ de la anchura del mismo (ver figura 73)

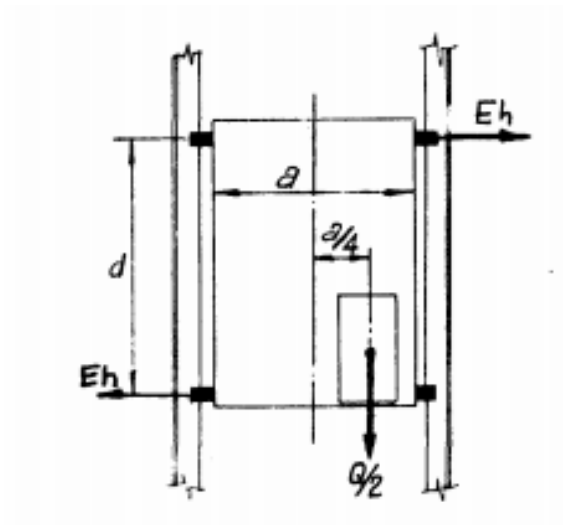


Figura 73. Esquema de Distribución de Fuerzas de Cabina

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

El momento producido por la citada carga debe ser contrarrestada por la reacción E_h de las guías sobre la rozadera, multiplicada por la distancia d de la otra rozadera

De esta manera

— —

Siendo

$Q=400\text{Kg}$

a =ancho de cabina = 900mm (Normas COVENIN)

E_h = empuje horizontal

d =distancia entre rozadera = 2900 (diseño)

Despejando E_h de , queda de la siguiente manera

El perfil estructural de las guías se escoge de acuerdo a las características de cada uno, se debe controlar la flecha de cada guía debido al empuje horizontal
La flecha viene dada por:

Donde

F= el valor de la flecha en cm

Eh =empuje horizontal = 15.517Kg

IK= distancia entre apoyos = 250 cm (diseño)

E= módulo de elasticidad = 2.1×10^6 kg/cm²

Ex = momento de inercia = 102.10cm (tabla)

Reemplazado valores:

$$\text{-----} = 0.0235 \text{ cm}$$

El perfil cumple con los requisitos

Se procede al cálculo de la fuerza de frenado

Cálculo de Fuerza de Frenado

La fuerza que tiene que soportar cada guía cuando la cabina es detenida por el paracaídas se compone de las siguientes cargas:

- Peso de la guía
- Mitad del peso total de la cabina (su peso más carga)
- Mitad de la fuerza de inercia producida por la masa total de la cabina (la suya y la de carga) al detenerse (ver figura 74)

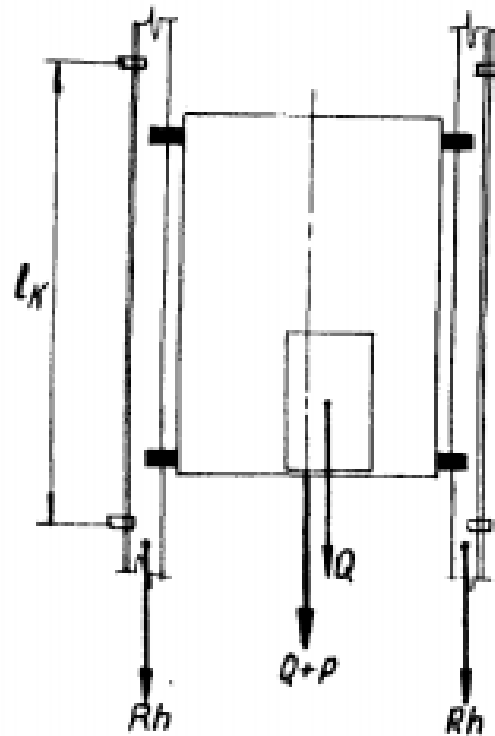


Figura 74. Esfuerzos de frenado sobre las guías al accionarse el paracaídas

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

La fuerza de frenado para guías apoyadas y paracaídas está dada por :

Siendo

K = peso de la guía = 0.13 kg/cm (tabla)

IK = distancia entre apoyos

P = peso de cabina bastidor = 421kg (diseño)

Q = carga nominal = 400 Kg

Por lo que

Se comprueba ahora la esbeltez de la guía por tramo apoyado , la cual debe ser menor a 250 , para el calculo

Siendo

X= relación de esbeltez

IK= tramo apoyado = 250 cm (diseño)

Rmin=Radio de giro mínimo = 1.83cm (tabla)

Por lo que

El cual es menor a 250, el mínimo es aceptado, por lo que el perfil T90/16 es bien capacitado para soportar la fuerza de frenado

Guías para contrapeso

Ya que el contrapeso se ajustará de la misma manera que la cabina a las guías y este a su vez posee un peso menor que el de la cabina se decide usar la misma fijación que la cabina.

4.3.7 Accesorios y Dispositivos de Seguridad

En este apartado se habla sobre todos aquellos accesorios que se escogen y diseñan para darle el completo funcionamiento al ascensor. En vista de la creciente globalización y facilidad en la obtención de productos finales que cumplan con los requerimientos deseados para un determinado trabajo se decide por la compra de ciertos implementos fundamentales para el buen funcionamiento del ascensor como es el caso de operadores de puertas, guías de carro, limitador de velocidad, paracaídas, amortiguadores, vástago de anclaje de guayas, entre otros.

Guías de Carro

Las guías de carro o zapatas son elementos que limitan el movimiento de los

componentes móviles del ascensor, limitan el movimiento tanto de cabina como de contrapeso en un solo plano o en ascendente y descendente están sujetado a los bastidores y se deslizan haciendo contacto con las guías. Estas zapatas cuentan con un colector de grasa que sirve para mantener lubricado el riel o guía y mejorar su eficiencia y durabilidad. La zapata seleccionada es marca NOVA modelo NV25S-H002.(ver figura 75)



Figura 75. Zapata modelo NV25S-H002

Fuente: Alibaba.com

Operadores de Puertas

La seguridad y el buen funcionamiento del ascensor dependen en gran medida de las puertas de acceso. Estas puertas están conformadas por un conjunto de correas, poleas y un motor eléctrico que otorga la energía necesaria para la apertura y cerrado de las mismas; también forman parte del sistema de seguridad del ascensor ya que la puerta de cabina posee un dispositivo de enclavamiento (o “tijera”) que asegura que tanto la puerta de acceso empotrada en la edificación, así como la puerta de acceso de la cabina estén en posición para permitir la apertura de ambas puertas(ver figura 76) . En este caso en vista del reducido espacio, seleccionamos un operador de puertas de tres paneles con apertura lateral marca CONAI modelo CNLDO-006 las especificaciones de tamaño (**Ver Anexo 5. PUERTA ASCENSOR**)



Figura 76. Soldadura en perfil UPN de bastidor de cabina

Fuente: Alibaba.com

Limitador de Velocidad

Dentro de los elementos de seguridad que son fundamentales en el ascensor podemos incluir el limitador de velocidad. Este es un elemento con mecánica muy simple cuenta con una leva y seguidor fijados a una polea la cual sostiene un cable de acero que va sujeto a al paracaídas que a su vez está fijado en la parte inferior de la cabina; así cuando el ascensor supere una velocidad para la cual no fue diseñado activara el mecanismo que cortara mediante relé la corriente al motor de igual manera accionara al paracaídas que está conectado a su vez al cable anteriormente mencionado.

Este elemento de seguridad normalmente es accionado en caso de rotura de los cables que conectan al conjunto cabina, contrapeso y motor: evitando así una caída abrupta de la cabina. Para este proyecto fue seleccionado un limitador de velocidad marca NOVA modelo NV52-187 (ver figura 77)



Figura 77. Limitador de Velocidad marca NOVA modelo NV52-187

Fuente: Alibaba.com

Paracaídas

El elemento de seguridad anteriormente señalado como limitador de velocidad es el que hará el accionamiento del paracaídas, este elemento viaja sujeto a a la cabina en su parte posterior y como anteriormente se señaló es el encargado de brindar seguridad en caso de inestabilidad en el sistema, como pudiera ser una rotura de las guayas o fallos en el motor que ocasionen que la velocidad de la cabina se incremente abruptamente y produzca su accionamiento el cual está basado en una zapata que provoca el frenado mediante fricción. El paracaídas seleccionado es de la marca NOVA modelo NV51-388 el cual puede soportar una carga de 12500 Kg.(ver figura 78)



Figura 78. Paracaídas marca NOVA modelo NV51-388

Fuente: Alibaba.com

Amortiguadores

Los ascensores deben estar provistos de amortiguadores, no para detener la cabina o el contrapeso si estos caen, sino para suavizar su detención cuando alguno de los dos sobrepase el límite inferior de su recorrido. Los amortiguadores se colocan generalmente en el foso al final del recorrido de la cabina o contrapeso pero también pueden montarse en la parte inferior del bastidor de la cabina o del contrapeso.

Los más utilizados se instalan en la parte inferior del pozo y son de resorte y que cuando la cabina este en su parada inferior, la distancia entre placas tope del

fondo de la cabina y la parte superior de los amortiguadores sea mínimo de 8 cm (0,8 m) , igual que en el contrapeso (ver figura 79)

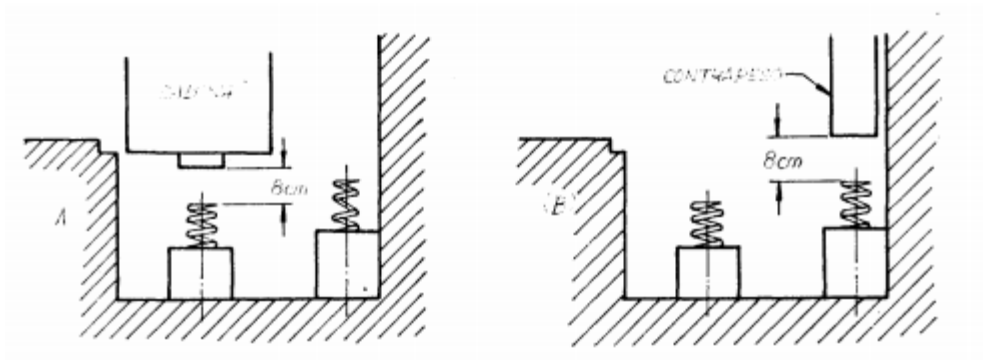


Figura 79. Disposición de Amortiguadores.

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

La elongación que se designa es de 5 cm por lo que

$$= 5 \text{ cm} = 0.05\text{m}$$

W= carga = peso cabina + peso bastidor – peso contrapeso

$$W = 421.15 \text{ Kg} - 316.918\text{kg} = 104.232\text{Kg}$$

K = constante del resorte

Y así

—

Donde

—————

Pero como se usaran 2 resortes , se tiene que para cada resorte

$$K = (41.6928\text{kg/cm}) / 2 = 20.8464 \text{ kg/cm}$$

—————

Asumiendo un diámetro de resorte de 4 pulgadas = 102mm por lo que

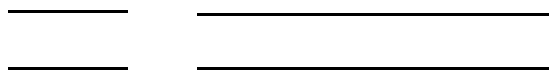
$$R = 51\text{mm}$$

Ahora se tiene que

D=diámetro del alambre

R = radio del centro de gravedad de la sección en mm

R2=resistencia a la práctica del metal al cizallamiento por mm² (30-40 kg / mm² por las normas AISC para aceros resistentes al cizallamiento-Acero resorte SAE5160 laminado)



D= 8.7799 mm

Calculo de número de espiras activas

n= número de espiras

p=paso

d= diámetro

F=carga

G= módulo de elasticidad al cizallamiento por mm²

G= 10000 kg/mm²

f= flexión en mm soportando la carga P = 50mm

Donde



N= 3.35



Nt = n+2 = 3.35+2=5.35 6 espiras

Poleas

Las poleas son parte del mecanismo de funcionamiento del ascensor, tanto cabina como contrapeso poseen poleas que permiten su movimiento a través del

hueco, de igual manera en vista del reducido espacio se contara también con una polea deflectora a la salida del motor que dará la posición adecuada a la guaya. La polea de cabina selecciona es marca NOVA modelo NV-320-03 polea de hierro fundido la cual posee rodamientos 6212 y un eje de acero ajustable a pedido de acero1020 y la cual cumple con los requerimientos. (ver figura 80)



Figura 80. Polea de Cabina y Contrapeso.

Fuente: Alibaba.com

Almohadilla de Anti vibración

Este accesorio como su nombre lo indica ayuda a reducir vibraciones ocasionadas por el motor, se coloca en la base del motor y pueden resistir hasta unos 6000 Kg. La

almohadilla seleccionada es marca NOVA modelo NV43-AP01.(ver figura 81)



Figura 81. Almohadilla de Anti vibración

Fuente: Alibaba.com

4.3.8 Estructura autoportante

Al momento de la construcción y diseño de la estructura autoportante se hizo uso

perfil de columna y de viga necesario para cumplir con los requerimientos. En este caso se hace la propuesta de un perfil HEA160 para las columnas y un perfil IPE 140 para las vigas y correas

El software hace una comprobación para todos los valores importantes a los cuales se somete cada perfil, comprobando la deformación máximo y la deflexión del mismo. (ver fogura 82)

Los esfuerzos de compresión a los cuales se somete las columnas y los esfuerzos de flexión y torso-flexión de las vigas indicando bajo una relación demanda/capacidad que los perfiles cumple con las condiciones requeridas (**Ver Anexo 6. Comprobación correas**). El software ETABS trabaja bajo normativa de la AISC la cual dicta lineamientos para construcción los cuales están establecidos en la norma COVENIN 1618/1996. En la figura a continuación se hace una representación digital de la estructura con sus representaciones de los perfiles recomendados

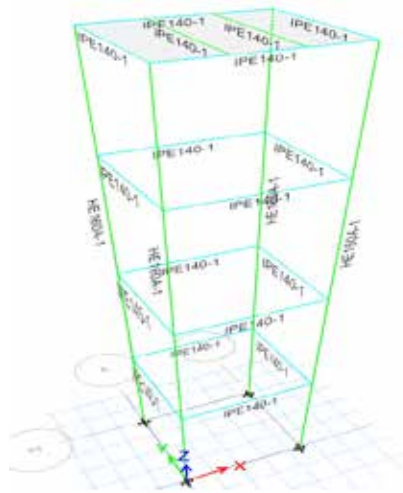


Figura 82. Estructura Metálica autoportante

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Para la unión y conexión de los perfiles sugeridos y el anclaje a suelo se hace uso del software RAM el cual es otro software de diseño estructural , comprueba los esfuerzos que existen , y este hace la selección de un perno A325 de ½ pulgada de diámetro .el cual le da la rigidez necesaria a la estructura , ya que son capaces de soportar cargas elevadas y los esfuerzos de corte y alta resistencia a la tracción .El software hace comprobaciones de las mismas cargas y esfuerzos comprobando la factibilidad del uso de los mismo pernos (**Ver Anexo. 8** Comprobación de Conexiones) y el correcto desempeño de los mismos a los factores que experimenta

Este programa también a su vez arroja los tipos de conexiones entre los tipos de perfiles seleccionados y el anclaje a suelo. Una foto representativa de las conexiones es mostrada a continuación, en el (**Ver Anexo. 8** Comprobación de Conexiones) se ven los planos detallados (ver figura 83)

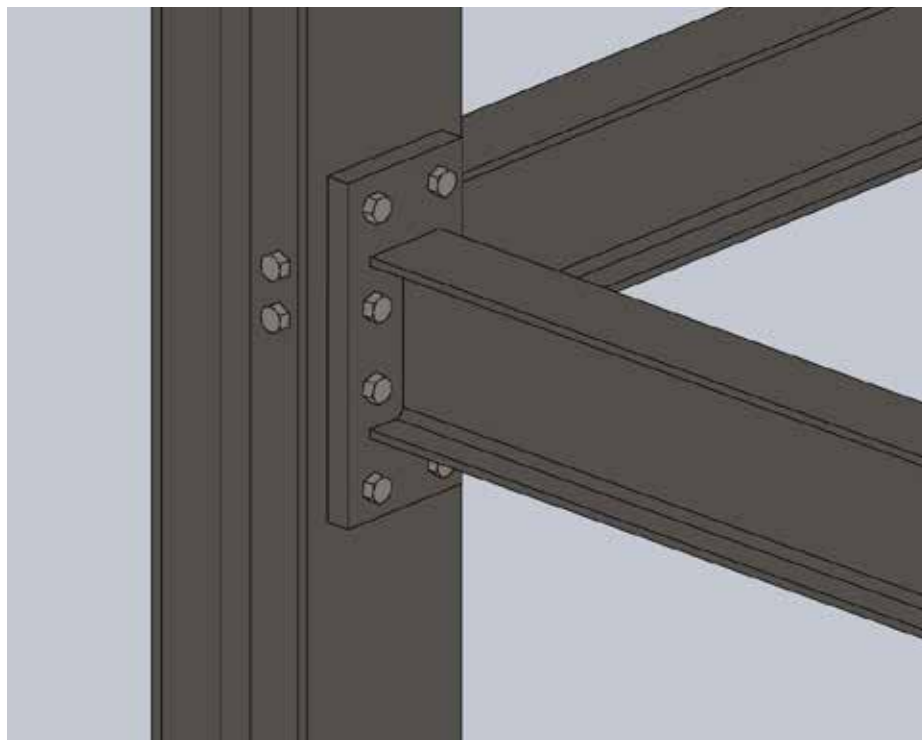


Figura 83. Muestra de Conexiones en Perfiles

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Luego mediante el uso del software de diseño solidworks se demuestra que la estructura actúa bajo los requerimientos especificados y se puede observar una deflexión máxima en la viga que se apoya el motor del ascensor de 0.9mm (ver figura 84 a la 86)

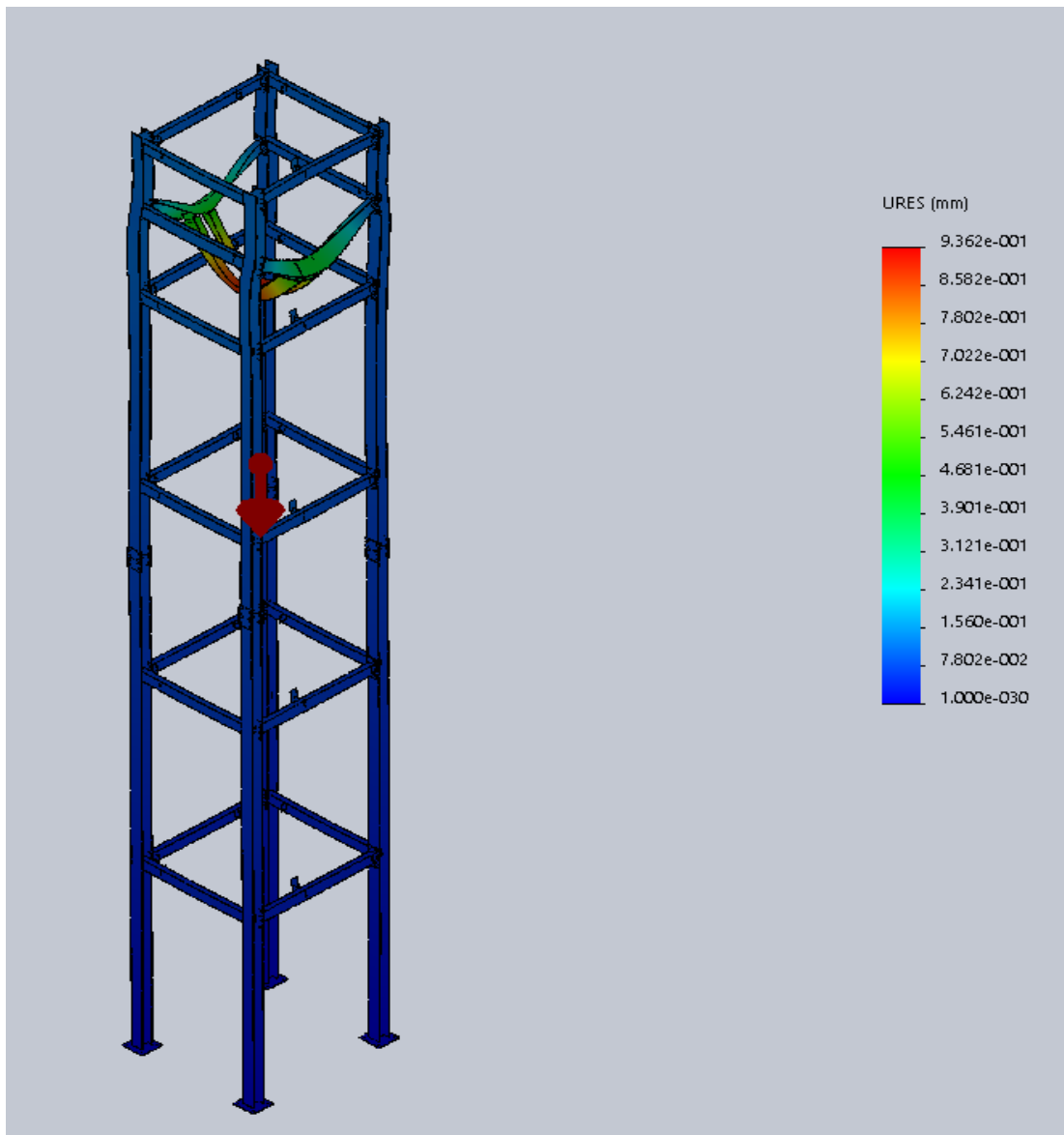


Figura 84. Análisis de Deflexión en la Estructura Autoportante

Fuente: Bufe, A y Delpino, E (2021)

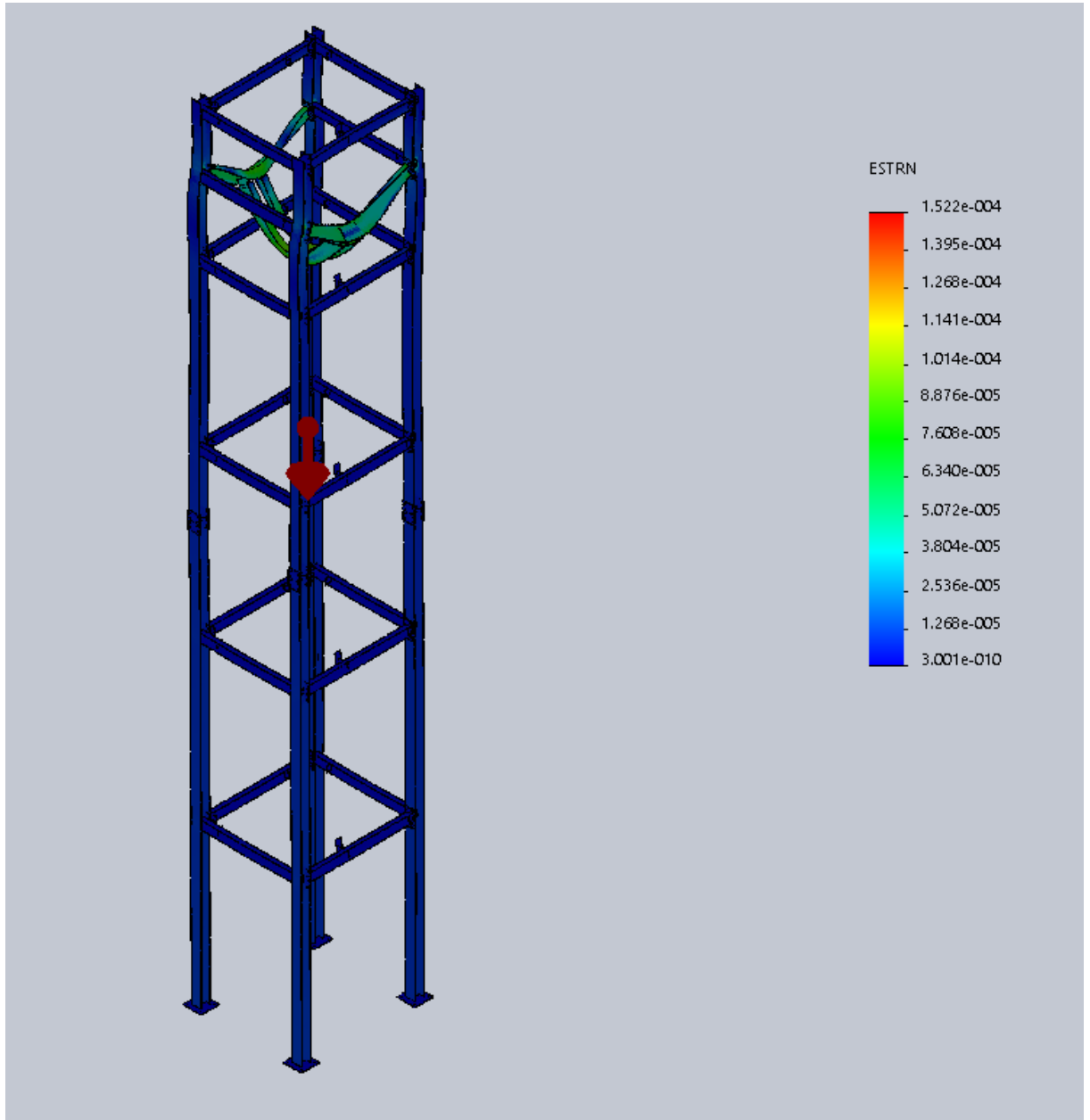


Figura 85. Análisis de Deformación Unitaria en la Estructura Autoportante

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

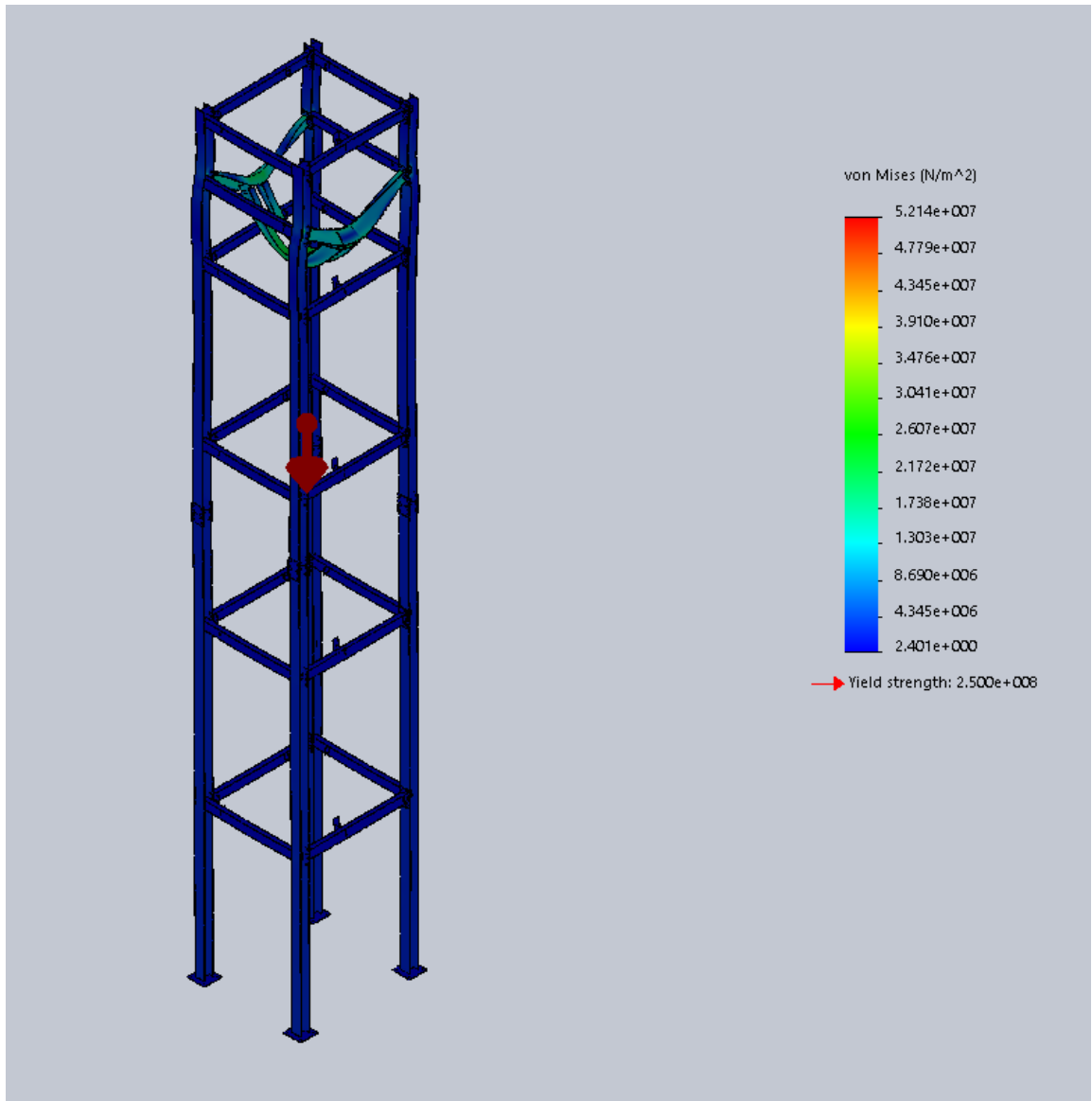


Figura 86. Análisis de Esfuerzos(Von Misses) en la Estructura Autoportante

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

4.4.- Determinar la Factibilidad Operativa y Económica del Modelo del Ascensor.

En esta fase se procedió a buscar los costos operacionales para la elaboración del diseño del ascensor modular y saber si el proyecto es factible o no.

4.4.1. Factibilidad Económica (ver tablas de la 25 a la 28)

Tabla 25. Costos de Perfiles y Guayas

Perfiles	Cantidad (m)	Precio (USD)
HEA 160	52	2790
IPE 140	20	422
UPN 80	15	270
UPN 100	3,5	90
L 75x75x6	4,3	50
L 40x40x6	10	80
Guaya (8mm)	92	276
Guaya (6mm)	14	28
T 90/16	48	1200
Total		5206

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Tabla 26. Costos de Planchas y Láminas

Planchas Varias	Cantidad (Unidades)	Precio (USD)
MDF (2.44x1.83)	3	75
Losacero (6.1x0.9)	2	160
Lamina Estriada (1.2x2.4x0.03)	1	115
Lamina A36 (0.3x0.3x0.127)	4	80
Lamina A36 (0.12x0.076x0.01)	40	150
Lamina PVC (3.0x0.9x0.01)	34	221
	TOTAL	801

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2020)

Tabla 27 Costos de Accesorios y Grupo Motor

Accesorios	Cantidad (Unidades)	Precio (USD)
NV25S-H002 (Zapata)	8	120
CNLDO-006 (Operador Puertas)	5	3000
NV52-187 (Limitador Velocidad)	1	120
NV51-388 (Paracaidas)	1	150
Amortiguador	2	180
NV-320-03 (Polea)	3	200
NV43-AP01 (Almohadilla)	4	20
Juego Tornilleria	346	380,6
Vastagos Guaya	8	160
Motor Torin Drive GTW7A	1	1800
	TOTAL	6130,6

Fuente: Bufe,A y Delpino,E (2021)

Tabla 28. Costos de Materiales

Materiales	Cantidad	Precio (USD)
Pinturas Varias	8	400
Electrodos	5	50
Discos de Corte	5	25
Cemento	6	42
	TOTAL	517

Fuente: Bufe,A y Delpino,E (2021)

4.4.2. Factibilidad Técnica (ver tablas 22 y 23)

Tabla 29. Costos de mano de obra

Mano de Obra	Cantidad	Precio (USD)
Armador	2	250
Soldador	2	300
Supervisor	1	300
Grúa	1	300
Andamios	1	400
	TOTAL	1550

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

Luego de haber obtenido todos los costos que se ameritan para este diseño se procedió a sumarlos todos, los cuales se aprecian en la Tabla 30. de costos totales.

Tabla 30. Costos Totales

Descripción	Precio (USD)
Costo de perfiles y guayas	5206
Costo de planchas y laminas	801
Costo de Accesorios y Grupo Motor	6130.6
Costo de Materiales	517
Costo de Mano de Obra	1550
TOTAL	14204,6

Fuente: Bufi,A y Delpino,E (2021)

De acuerdo con estos costos y según las entrevistas realizadas a ingenieros y técnicos en el área a lo largo de la investigación se pudo evaluar que el proyecto es factible operativamente, debido a que facilita el transporte vertical en edificaciones y aporta una mejora considerable en la calidad de vida a los habitantes que puedan disfrutar de este tipo de ascensor. Por otro lado, en vista de los costos de materiales y mano de obra para la realización de este proyecto y según la consideración de ingenieros y técnicos en el área este proyecto económicamente tiende a ser poco factible, una de las consideraciones más pertinentes es la renta de los hogares, con lo que un pago a mediano plazo para la realización de este proyecto puede suponer un costo elevado para los residentes de un conjunto residencial cuyas características el proyecto pueda satisfacer.

CONCLUSIONES

El diseño realizado cumple con todas las funciones primordiales y necesarias para realizar el transporte de personal de manera eficiente y efectiva, puesto que todos sus componentes y simulaciones cumplen con los requisitos y normas

El método de ponderación de criterios aprendido con el Profesor Nelson Vilchez como instrumento de selección de soluciones de Diseño en Ingeniería fue primordial para el desarrollo de las primeras etapas del proyecto.

El uso de herramientas computacionales para la generación de las piezas del ascensor, así como para los análisis de esfuerzo necesarios para los cálculos de selección de accesorios y perfiles para el levantamiento de la estructura, representó una base para establecer la confiabilidad de la estación diseñada, este tipo de aplicación como lo son ETABS, RAM Steel connections y Solidworks, se convirtió en una herramienta que sirvió de gran ayuda para la elaboración de este proyecto

Por el diseño de los elementos, partes y accesorios constitutivos del ascensor, se espera un alto grado de confiabilidad debido a que las piezas más críticas cuentan con factores de seguridad de 2, 3 y hasta 5.8, se garantiza que en caso de fabricar el diseño, el ascensor y demás elementos no fallarán en operación ni rendimiento

El diseño del equipo es práctico y utilitario, ahorrando la necesidad de una fosa para ascensores

El diseño puede adaptarse a cualquier necesidad de altura para diferentes compañías fabricantes de ascensores

RECOMENDACIONES

Caso de la fabricación del ascensor, el tiempo de vida del mismo dependerá de los siguientes factores:

Uso adecuado: no sobrecargar la cabina con más personas de lo indicado ni con más carga de la permitida ya que esto podría comprometer la maquinaria

El funcionamiento óptimo dependerá del mantenimiento adecuado tanto preventivo como correctivo de la mano de personal capacitado para su ejecución y con repuestos de calidad

Mantener los espacios interiores de la cabina en condiciones de higiene óptimas para mantener las instalaciones en buenas condiciones y que cumpla con su tiempo de vida estimado

Mantener tareas de lubricación y limpieza de piezas adecuadamente para así no producir desgastes en las piezas que se encuentran en contacto constantemente

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2006). **“El Proyecto de Investigación. Guía para su Elaboración”**. Edición Nª 3. Caracas. Editorial Episteme.
- Arias, F. (2012). **“Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología”**. Edición Nª 5. Caracas: Editorial Episteme.
- Balestrini, Mirian (1998). **“Cómo se elabora el Proyecto de Investigación”**. Caracas. BL Consultores.
- Bernal, C. (2006). **Metodología de la Investigación**. México, D.F., Pearson Educación
- Budynas, R. y Nisbett, J. (2.008). **“Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley”**. (8va. Ed.). México: McGraw-Hill.
- Carhuajulca Castro (2017) **“Implementación del Proceso de Preinstalación, en Proyectos de Renovación del Transporte Vertical en una Empresa Comercializadora de Ascensores”**, [Documento en línea]. Disponible: (<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12423>).
- CAVIA. (2001). **“Guía General para el Usuario de Ascensores de Pasajeros”**. Caracas. Cámara Venezolana de la Industria de Ascensores.
- Cerda, H. (2003). **“¿Cómo elaborar proyectos?”**, [Documento en línea]. Disponible: (les.doctorado-en-educacion-2-cohorte.webnode.es).
- Chapman, S. (2.012). **“Maquinas Eléctricas”**. (5ta. Ed.). México. McGraw-Hill.
- Claret, V. (2007). **“¿Cómo hacer y defender una tesis?”**. Caracas. Editorial Texto.

Córdoba y Monsalve (2002). **“Impacto de la investigación descriptiva aplicado a las ciencias generales”**. Trabajo de investigación de la Universidad Católica Andrés Bello. Venezuela.

COVENIN 621-1. (1993). **“Código Nacional para Ascensores de Pasajeros, Parte 1: Definiciones”**. Caracas: FONDONORMA.

COVENIN 621-3. (1997). **“Código Nacional para Ascensores de Pasajeros, Parte 3: Tráfico Vertical”**. Caracas: FONDONORMA.

Deingenierias.com. (2019) **“<https://deingenierias.com/el-acero/diagrama-esfuerzodeformacion.Astica>.”** [Ultimo acceso: 13 octubre de 2020]

García, A. (2006). **“Recomendaciones táctico-operativas para implementar un programa de logística inversa Estudio de caso en la industria del reciclaje de plásticos”**. [Documento en línea]. Disponible: (<http://www.eumed.net/libros-gratis/2006a/aago/a5f.htm>).

Hall, A. Holowenco, A y Laughlin, H. (1971). **“Diseño de Maquinas”**. (1ra. Ed.). México: McGraw-Hill.

Hernández, S. (2001). **“Metodología de la Investigación”** Segunda Edición. Caracas: Mc Graw Hill.

Martínez, Jesús. Motezuma, Víctor. (2012) **“Diseño, automatización y construcción de un modelo a escala de ascensor operado mediante PLC para fines académicos”**. [Documento en línea]. Disponible: (<http://saber.ucv.ve/handle/10872/18554>).

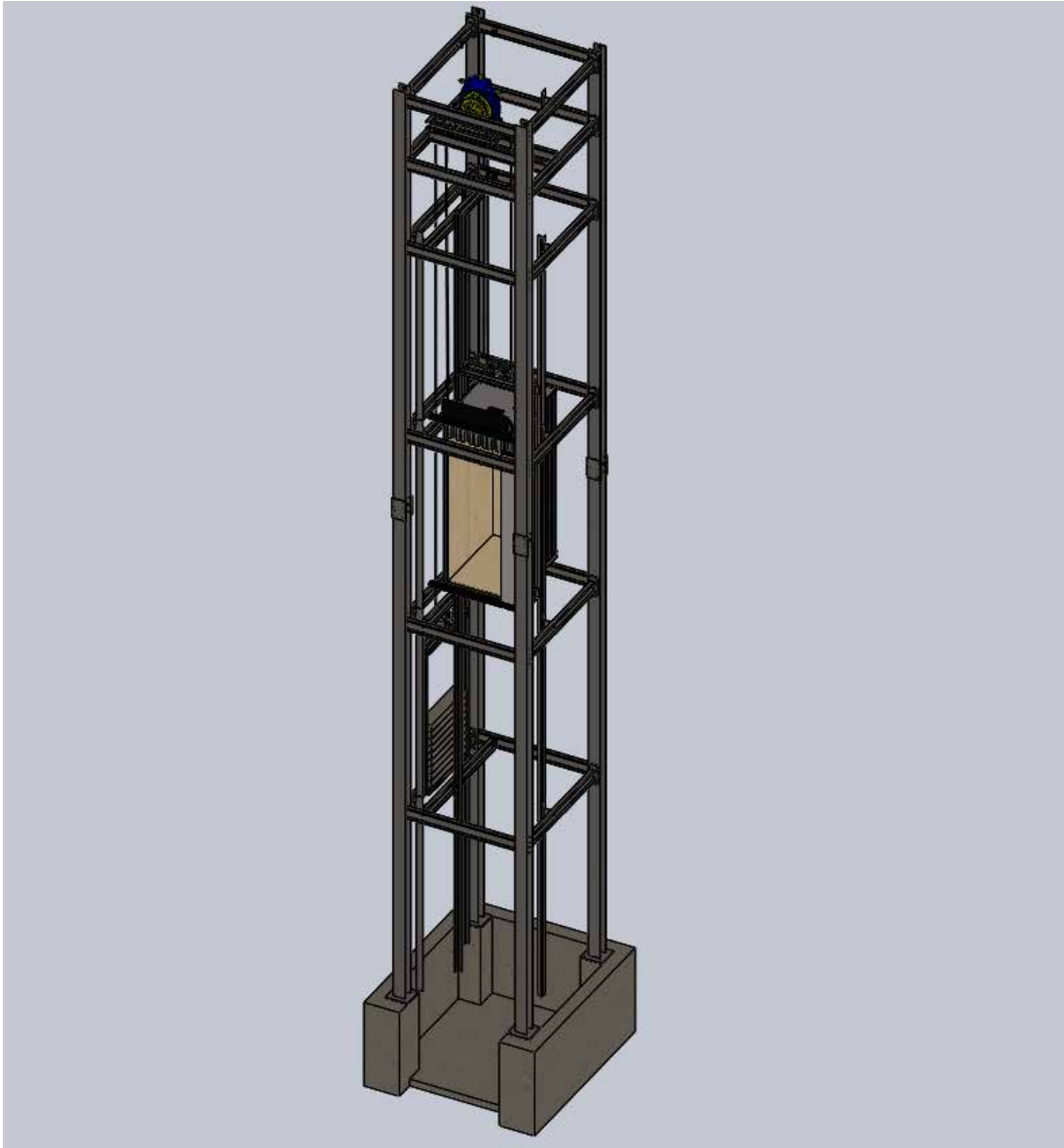
Mecatrónica. (2012). **“<http://mecanicaelectric.blogspot.com/>”** [Ultimo acceso: 14 octubre de 2020]

Méndez, C. (2000). **“Metodología”**. México, D.F., Editorial Limusa.

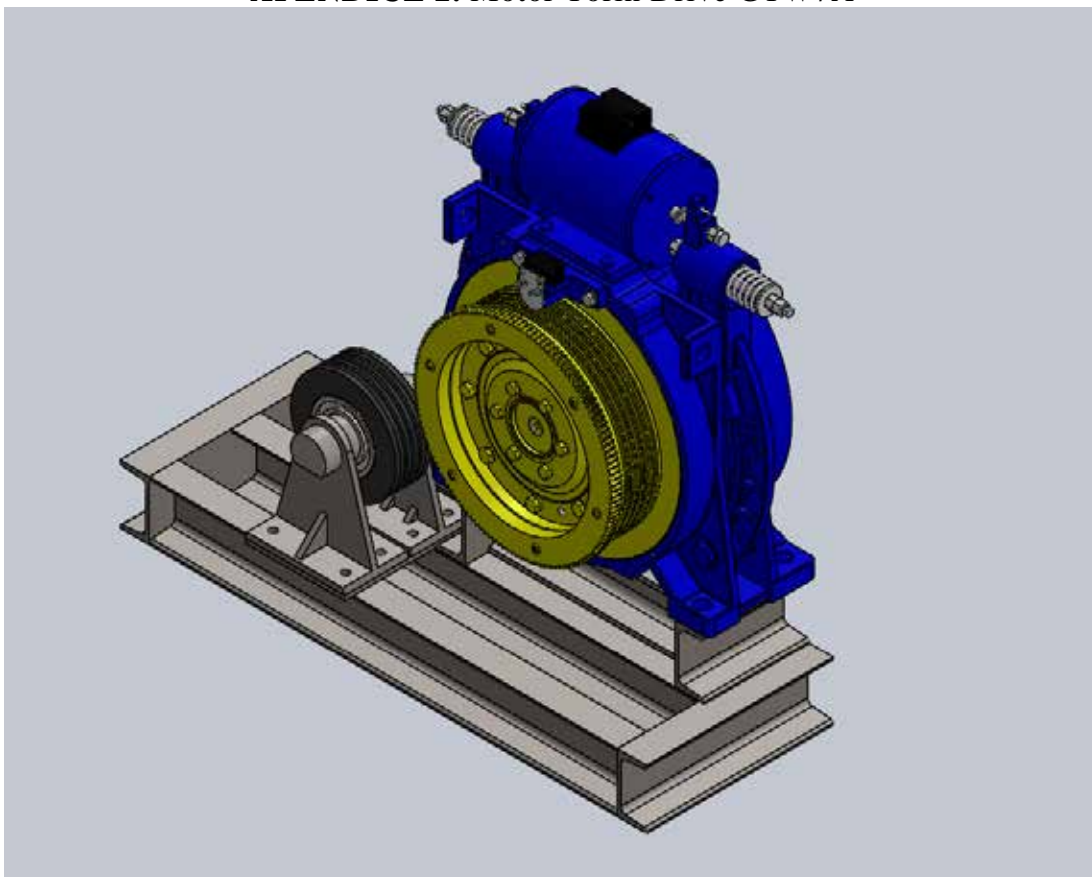
- Olabuenaga, J. (1989). **“Metodología de la investigación cualitativa”**. (1ra. Ed.). Bilbao, Editorial Deusto.
- Orellana, M. (2016). **“<http://docentes.uto.edu.bo/mruizo/wp-content/CAP-3.pdf>”**
[Ultimo acceso: 14 junio de 2020]
- Prieto Sosa (2017) **“Diseño y desarrollo de un ascensor de obra modular”**.
[Documento en línea]. Disponible: ([Archivoe-archivo.uc3m.es/handle.TFG Jorge Prieto Sosa](http://Archivoe-archivo.uc3m.es/handle/TFG_Jorge_Prieto_Sosa)) [Consulta: 16 de septiembre del 2020].
- Pytel, A. y Singer, F. (1994). **“Resistencia de Materiales Introducción a la Mecánica de Sólidos”**. (4ta. Ed.). México. HARLA.
- Sabino, Carlos (2007). **“El proceso de investigación”**. México. Editorial Limusa.
- Tassoni, D. (2006). **“Elementos de Maquina”**. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) (2003). **“Manual de Trabajo de Grado de Especialización Maestría y Tesis Doctorales”** Caracas.
- Vilchez, N. (1998) **“Estrategias Creativas en el Diseño Mecánico”**. Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica.

APÉNDICES

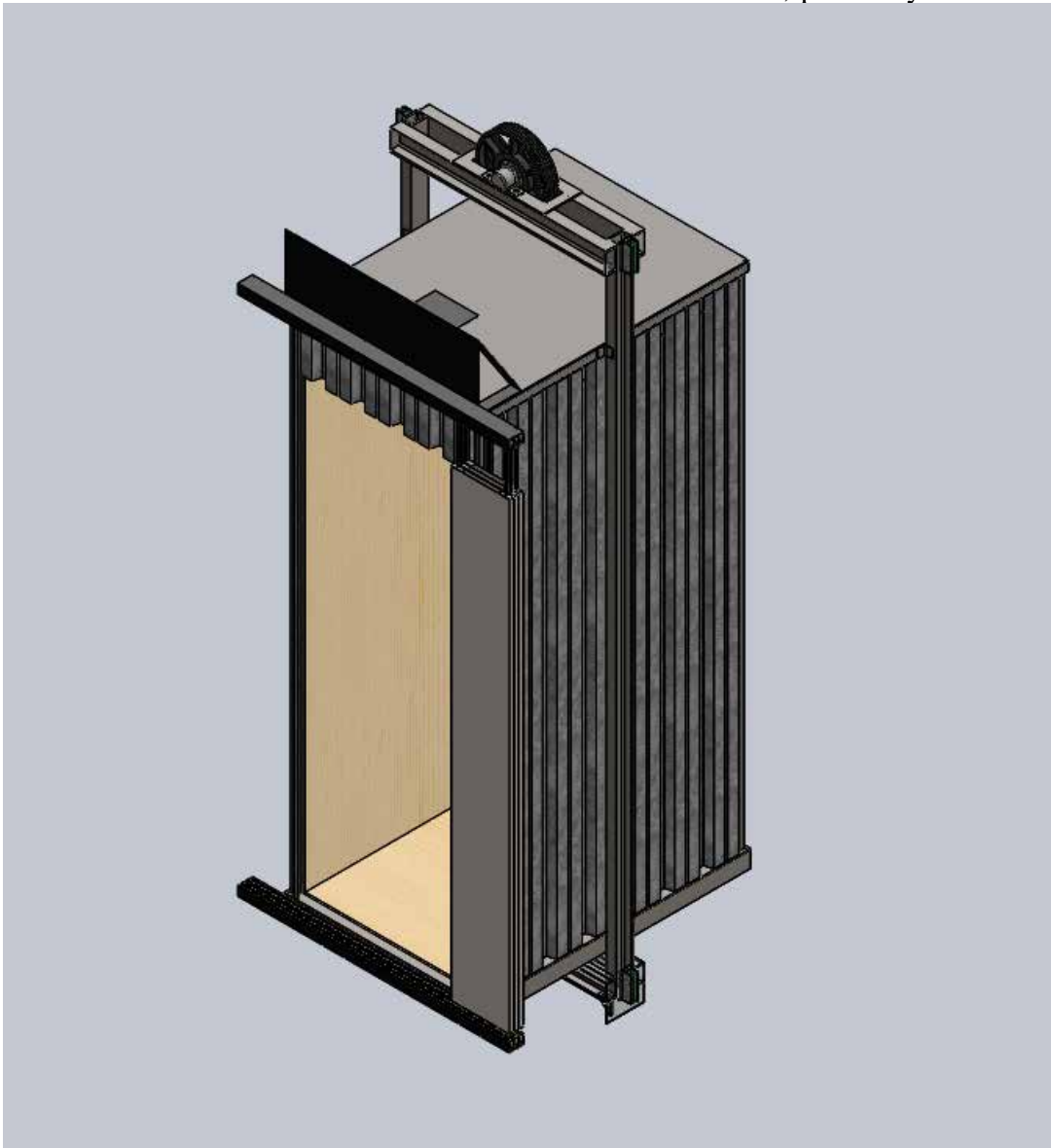
APÉNDICE 1. Ascensor Modular



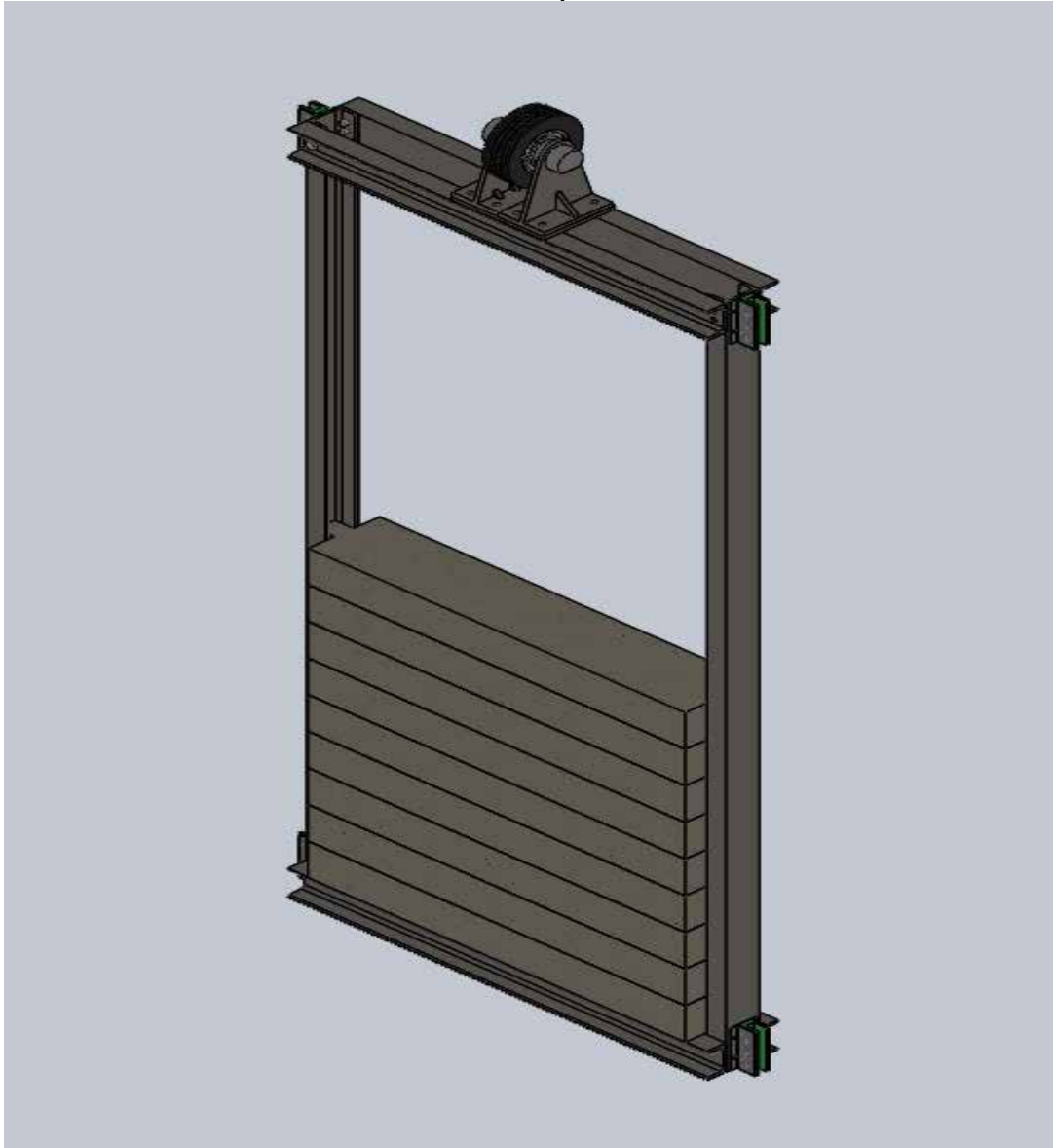
APÉNDICE 2. Motor Torin Drive GTW7A



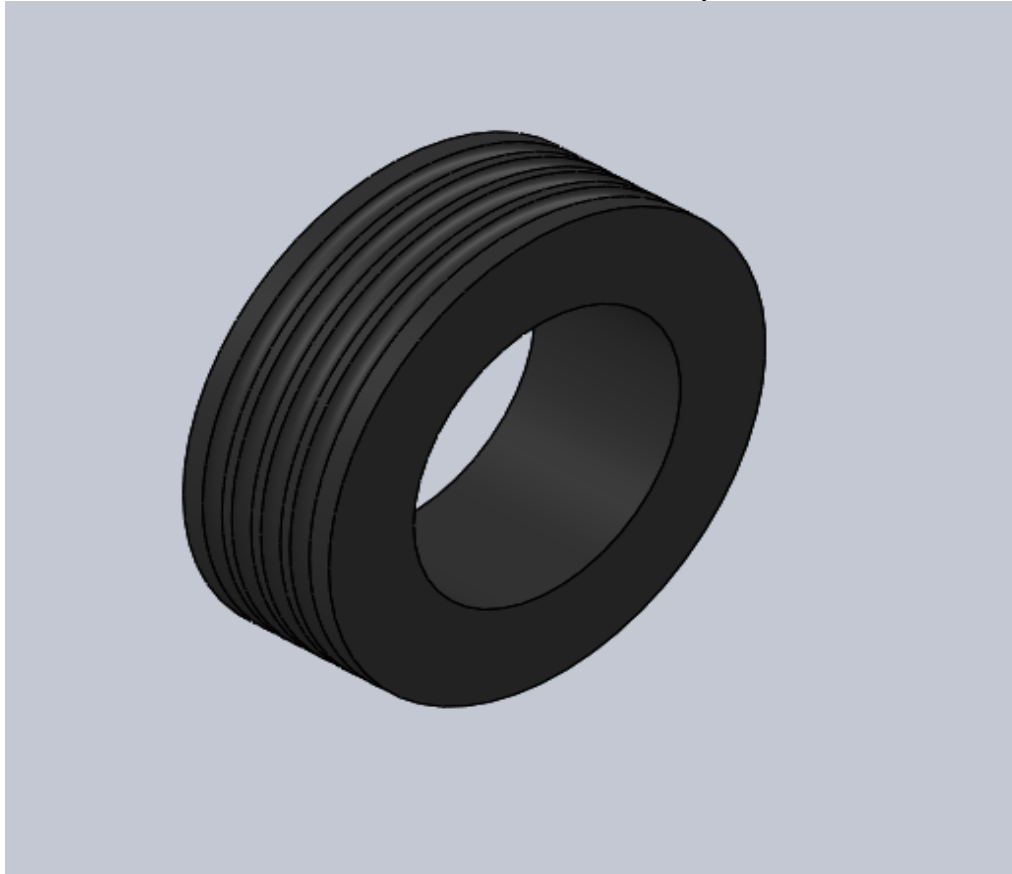
APÉNDICE 3. Cabina de ascensor con Forro de madera , puertas y bastidor



APÉNDICE 4. Contrapeso con bastidor



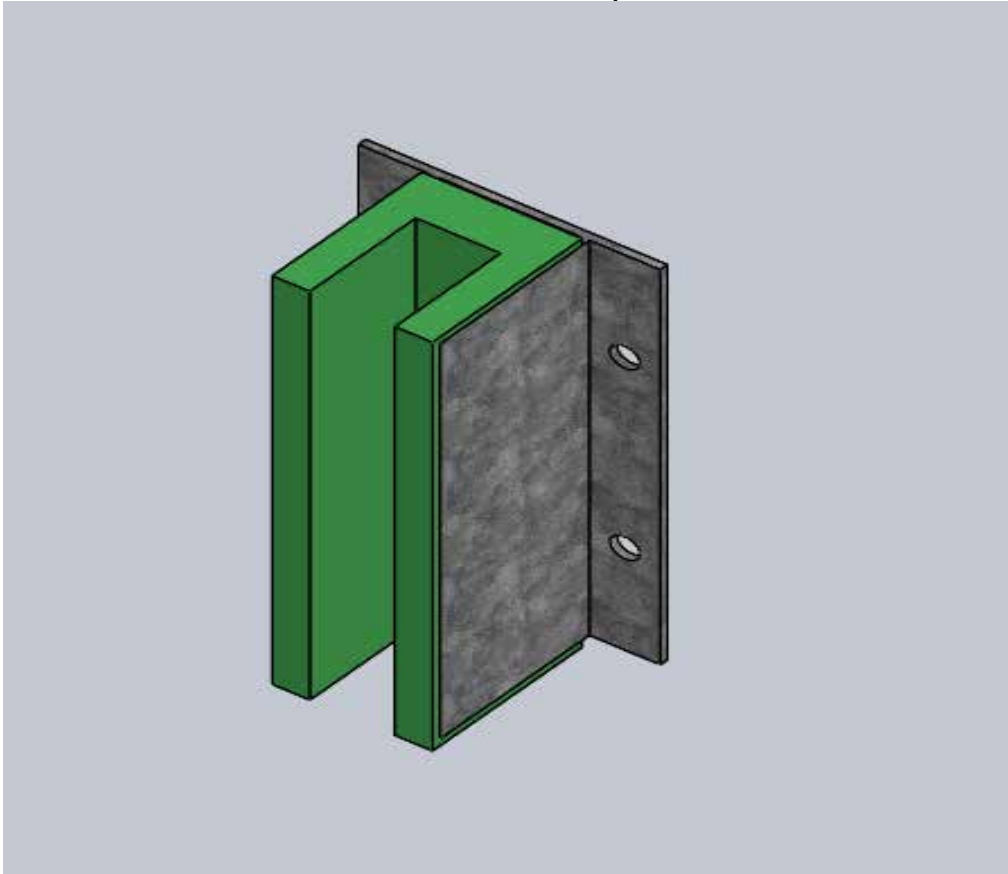
APÉNDICE 5. Polea de Contrapeso



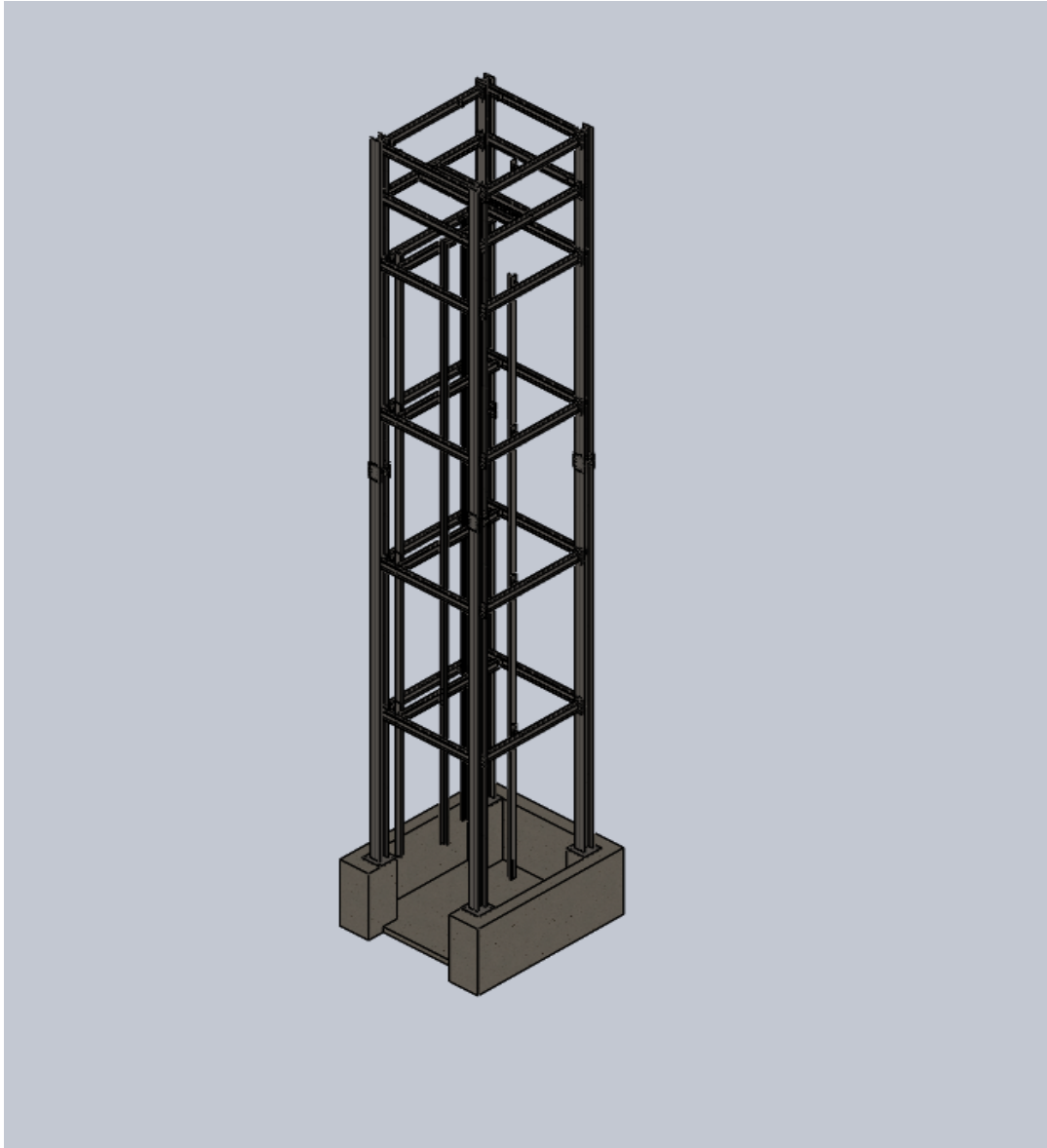
APÉNDICE 6.Polea NV-320-03



APÉNDICE 7.Zapata Guía



APÉNDICE 8.Estructura metálica instalada con el poso



ANEXOS

ANEXO .1 CATÁLOGO DE GUAYAS

CABLES PARA ASCENSORES CONVENCIONALES



Para los ascensores convencionales, el cable de tracción recomendado corresponde a la construcción 8x19 Seale, con alma de fibra sisal producida en nuestra planta. Su gran resistencia a la fatiga ha sido probada con los más altos estándares internacionales. Esto constituye un factor clave en la duración del cable y en la seguridad de la instalación.

Ventajas y características

- Alma de fibra de sisal lubricada de alta densidad y con perfecta uniformidad en el diámetro.
- Elevada resistencia a la fatiga a flexión.
- Regularidad del diámetro garantizando un suave funcionamiento, libre de vibraciones y ruidos.
- Lubricante especial, apto para poleas tractoras, garantizando la mejor lubricidad y protección contra la corrosión, sin provocar deslizamiento.
- Elongación durante el periodo de asentamiento inferior al 1%.
- La resistencia nominal de los alambres "dual", con alambres interiores en 1770 N/mm², eleva la resistencia total a la tracción, y los alambres exteriores en 1370 n/mm², reducen al mínimo el desgaste de las poleas.
- Tolerancia de diámetro [sin carga]: +2/+5%.
- Tolerancia de diámetro [con 10% pre carga]: 0/+3%.

Carga mínima de rotura

Diámetro	Masa aprox.	Grado 1370/1770 N/mm ²	
		[kN]	[t]
8,00	0,218	29,4	3,0
9,50	0,307	41,5	4,2
10,00	0,340	46,0	4,7
11,00	0,411	55,7	5,7
12,00	0,490	66,2	6,8
13,00	0,575	77,0	7,9
16,00	0,870	118	12,0
19,00	1,230	166	16,9

ANEXO .2.COEFICIENTE DE FRICCIÓN

Superficies en contacto	Coefficiente dinámico μ_k
Acero sobre acero	0,18
Acero sobre hielo (patines)	0,02 - 0,03
Acero sobre hierro	0,19
Hielo sobre hielo	0,028
Patines de madera sobre hielo y nieve	0,035
Goma (neumático) sobre terreno firme	0,4 - 0,6
Correa de cuero (seca) sobre metal	0,56
Bronce sobre bronce	0,2
Bronce sobre acero	0,18
Roble sobre roble en la dirección de la fibra	0,48

ANEXO 3. PERFIL T

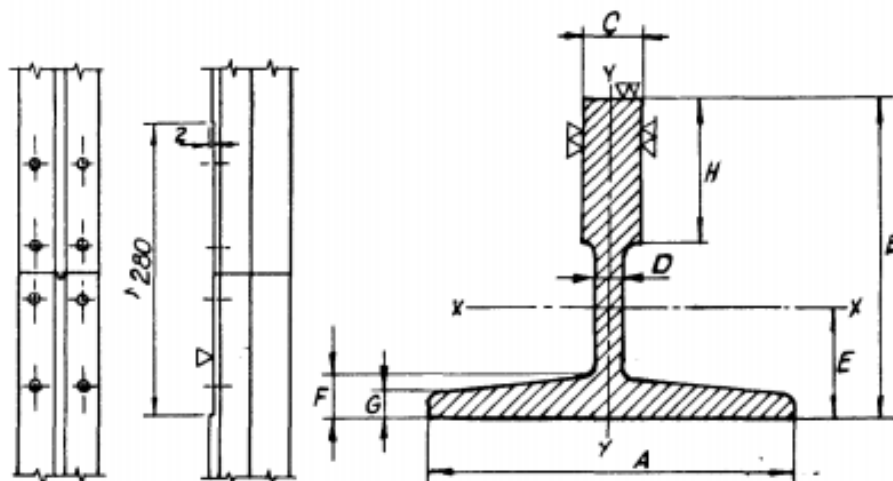


TABLA DE DIMENSIONES [mm]									
TIPO	A	B	C	D	F	G	H	SECCION CM ²	PESO Kg/m
I - 70/9	70	65	9	6	8	6	34	9.37	7.30
I - 90/16	90	75	16	8	10	8	42	16.90	13.25

CARACTERISTICAS							
TIPO	E cm	MOMENTOS DE INERCIAS [CM ⁴]		MÓDULOS DE RESIS- TENCIA DE LA SECC [CM ³]		RADIO DE GIRO CM	
		I _x	I _y	S _x	S _y	r _x	r _y
I - 70/9	1.95	41.02	19.10	9.20	5.41	2.08	1.42
I - 90/16	2.65	102.10	57.75	21.22	12.80	2.45	1.83

ANEXO 4. MOTOR



▶ GTW7A

电梯曳引机 ELEVATOR TRACTION MACHINE

电源电压	Voltage : 380V
悬挂比	Suspension : 2 : 1
FZD10 制动器	Brake : DC110V 2x0.84A (2x1.1A)
自重	Weight : 200kg
最大静态载荷	Max.Static Load : 2000kg

规格号 Spec	载重 Load (kg)	梯速 Lift Speed (m/s)	推荐高度 Height (m)	曳引轮直径 Sheave Diam(mm)	绳轮 Rope Sheave (mm)	额定电流 Current (A)	额定转矩 Torque (Nm)	额定转速 Rated Speed (rpm)	额定频率 Frequency (Hz)	功率 Power (kW)	极数 Pole	工作制 Rating	绝缘等级 INS.Class	防护等级 IP Code
GTW7A-31P0	320	1	≤80	Φ325	3xΦ8x12	6.3	200	118	31.5	2.5	32	S5(40%)	F	IP41
GTW7A-31P5	320	1.5	≤80	Φ325	3xΦ8x12	8.9	200	177	47.2	3.7	32	S5(40%)	F	IP41
GTW7A-31P6	320	1.6	≤80	Φ325	3xΦ8x12	8.9	200	189	50.4	4	32	S5(40%)	F	IP41
GTW7A-31P7	320	1.75	≤80	Φ325	3xΦ8x12	9.4	200	206	54.9	4.3	32	S5(40%)	F	IP41
GTW7A-41P0	450	1	≤80	Φ325	4xΦ8x12	8.3	265	118	31.5	3.3	32	S5(40%)	F	IP41
GTW7A-41P5	450	1.5	≤80	Φ325	4xΦ8x12	11.7	265	177	47.2	4.9	32	S5(40%)	F	IP41
GTW7A-41P6	450	1.6	≤80	Φ325	4xΦ8x12	11.7	265	189	50.4	5.2	32	S5(40%)	F	IP41
GTW7A-41P7	450	1.75	≤80	Φ325	4xΦ8x12	12.5	265	206	54.9	5.7	32	S5(40%)	F	IP41
GTW7A-50P6	550	0.63	≤80	Φ325	5xΦ8x12	5.6	290	74	19.7	2.2	32	S5(40%)	F	IP41
GTW7A-50P7	550	0.75	≤80	Φ325	5xΦ8x12	8.1	290	88	23.5	2.7	32	S5(40%)	F	IP41
GTW7A-51P0	550	1	≤80	Φ325	5xΦ8x12	8.1	290	118	31.5	3.6	32	S5(40%)	F	IP41
GTW7A-51P5	550	1.5	≤80	Φ325	5xΦ8x12	12.2	290	177	47.2	5.4	32	S5(40%)	F	IP41
GTW7A-51P6	550	1.6	≤80	Φ325	5xΦ8x12	12.2	290	189	50.4	5.7	32	S5(40%)	F	IP41
GTW7A-51P7	550	1.75	≤80	Φ325	5xΦ8x12	13.2	290	206	54.9	6.3	32	S5(40%)	F	IP41
GTW7A-60P6	630	0.63	≤80	Φ325	5xΦ8x12	6.3	325	74	19.7	2.5	32	S5(40%)	F	IP41
GTW7A-60P7	630	0.75	≤80	Φ325	5xΦ8x12	9	325	88	23.5	3	32	S5(40%)	F	IP41
GTW7A-61P0	630	1	≤80	Φ325	5xΦ8x12	9	325	118	31.5	4	32	S5(40%)	F	IP41
GTW7A-61P5	630	1.5	≤80	Φ325	5xΦ8x12	13.6	325	177	47.2	6	32	S5(40%)	F	IP41
GTW7A-61P6	630	1.6	≤80	Φ325	5xΦ8x12	13.6	325	189	50.4	6.4	32	S5(40%)	F	IP41
GTW7A-61P7	630	1.75	≤80	Φ325	5xΦ8x12	14.8	325	206	54.9	7	32	S5(40%)	F	IP41

TOPINDRIVE 02

ANEXO 6. COMPROBACIÓN CORREAS

Flexión – correas

Correa := "IPE140"

$n := 0$ $\phi_f := 0.9$ $n =$ cantidad de arriostramientos

$$L_{correa} := 1.65 \text{ m} \quad qu := \left(1.2 \cdot \left(\left(200 \cdot \frac{1.85}{3} \right) + 20 \right) + 1.6 \cdot \left(2000 \cdot \frac{1.85}{3} \right) \right) \frac{\text{kgf}}{\text{m}} = 2145.333 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$L_b := \frac{L_{correa}}{n+1} = 1.65 \text{ m}$$

$$x_a := \frac{L_{correa}}{4} \quad x_b := \frac{L_{correa}}{2} \quad x_c := \frac{3 \cdot L_{correa}}{4}$$

$$M_a := \left(\frac{-qu}{2} \right) \cdot x_a^2 + \left(qu \cdot \frac{L_{correa} \cdot x_a}{2} \right)$$

$$M_b := \left(\frac{-qu}{2} \right) \cdot x_b^2 + \left(qu \cdot \frac{L_{correa} \cdot x_b}{2} \right)$$

$$M_c := \left(\frac{-qu}{2} \right) \cdot x_c^2 + \left(qu \cdot \frac{L_{correa} \cdot x_c}{2} \right)$$

$$C_{b_{correa}} := \min \left(\frac{12.5 \cdot \left(\frac{qu \cdot L_{correa}^2}{8} \right)}{2.5 \cdot \left(\frac{qu \cdot L_{correa}^2}{8} \right) + 3 \cdot \text{abs}(M_a) + 4 \cdot \text{abs}(M_b) + 3 \cdot \text{abs}(M_c)}, 3 \right) = 1.136$$

$$L_p := 1.76 \cdot \sqrt{\frac{E_a}{f_{yc}}} \cdot r_{yc} = 0.824 \text{ m}$$

$$r_{ts1_{correa}} := \sqrt{\frac{I_{yc} \cdot h_{0c}}{2 \cdot S_{xc}}}$$

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ts1_{correa}} \cdot \frac{E_a}{0.7 \cdot f_{yc}} \cdot \sqrt{\frac{J_c \cdot 1}{S_{xc} \cdot h_{0c}}} \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + \left(6.76 \cdot \left(\frac{0.7 \cdot f_{yc} \cdot S_{xc} \cdot h_{0c}}{E_a \cdot J_c \cdot 1} \right)^2 \right)}} = 3.126 \text{ m}$$

$$M_{p1_{correa}} := Z_{xc} \cdot f_{yc} = (2.17 \cdot 10^3) \text{ m} \cdot \text{kgf}$$

$$M_{n1_{correa}} := \begin{cases} \text{if } L_b \leq L_p & \min(M_{p1_{correa}}, 1.5 \cdot S_{xc} \cdot f_{yc}) \\ \text{else if } L_b \leq L_r & \min \left(M_{p1_{correa}}, C_{b_{correa}} \cdot \left(M_{p1_{correa}} - \left(M_{p1_{correa}} - 0.7 \cdot S_{xc} \cdot f_{yc} \right) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) \right) \\ \text{else} & S_{xc} \cdot \left(\frac{C_{b_{correa}} \cdot \pi^2 \cdot E_a}{\left(\frac{L_b}{r_{ts1_{correa}}} \right)^2} \right) \cdot \sqrt{1 + \left(0.078 \cdot \left(\frac{J_c \cdot 1}{S_{xc} \cdot h_{0c}} \right) \cdot \left(\frac{L_b}{r_{ts1_{correa}}} \right)^2 \right)} \end{cases} = (2.14 \cdot 10^3) \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_{nf_{correa}} := M_{n1_{correa}} \cdot \phi_f = (1.926 \cdot 10^3) \text{ m} \cdot \text{kgf}$$

$$flex1_c := \frac{\frac{qu \cdot L_{correa}^2}{8}}{M_{nf_{correa}}} = 0.379$$

$flex1_c$: relacion demanda-capacidad, al ser inferior a la unidad indica que el perfil seleccionado tendra un buen desempeño ante las acciones estimadas

ANEXO 7. COMPROBACIÓN CORREAS

$$L_{col} := 1020 \text{ cm} \quad L_{vig1} := 185 \text{ cm} \quad L_{vig2} := 165 \text{ cm} \quad \phi_c := 0.9$$

Chequeos por pandeo local en ala y alma

$$ala := \begin{cases} \text{if } \frac{b_{fC}}{2 t_{fC}} \leq .38 \cdot \sqrt{\frac{E_a}{f_{yC}}} = \text{"Compacta"} \\ \text{"Compacta"} \\ \text{else} \\ \text{"No Compacta"} \end{cases}$$

$$alma := \begin{cases} \text{if } \frac{(dC - 2 \cdot t_{wC})}{2 t_{wC}} \leq 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E_a}{f_{yC}}} = \text{"Compacta"} \\ \text{"Compacta"} \\ \text{else} \\ \text{"No Compacta"} \end{cases}$$

$$Status := \begin{cases} \text{if } ala = alma = \text{"Compacta"} = \text{"Seccion compacta"} \\ \text{"Seccion compacta"} \\ \text{else} \\ \text{"Seccion NO compacta"} \end{cases}$$

Compresion

$$P_{actC} := 4500 \text{ kgf} \quad Ga := 0$$

$$Gb := \frac{\frac{I_{yC}}{L_{col}}}{\frac{I_{xv1}}{L_{vig1}} + \frac{I_{xv2}}{L_{vig2}}} = 0.097$$

$$K := \frac{\sqrt{1.6 \cdot Ga \cdot Gb + 4 \cdot (Ga + Gb) + 7.5}}{\sqrt{Ga + Gb + 7.5}} = 1.019$$

$$\lambda_c := K \cdot \frac{L_{col}}{r_{yC} \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{yC}}{E_a}} = 2.929$$

$$F_{cr} := \begin{cases} \text{if } \lambda_c > 1.5 = 258.777 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \\ .877 \frac{f_{yC}}{\lambda_c^2} \\ \text{else} \\ f_{yC} \cdot .658^{\lambda_c^2} \end{cases}$$

$$P_{col} := F_{cr} \cdot AreaC \cdot \phi_c = (9.036 \cdot 10^3) \text{ kgf}$$

$$Comp := \frac{P_{actC}}{P_{col}} = 0.498$$

Comp: relacion demanda-capacidad, al ser inferior a la unidad indica que el perfil seleccionado tendra un buen desempeño ante las acciones estimadas

ANEXO 8. COMPROBACIÓN DE CONEXIONES

CONEXIÓN 001



Current Date: 16/03/2021 22:49
 Units system: English
 File name:

Steel connections

Results

Connection name : Pinned BP
Connection ID : 4

Family: Columna - Base (CB)
 Type: Base plate
 Description: C-004
 Código de diseño: AISC 360-10 LRFD, ACI 318-11

SOLICITACIONES

Descripción	Pu [Kip]	Mu22 [Kip*ft]	Mu33 [Kip*ft]	Vu2 [Kip]	Vu3 [Kip]	Tipo de carga
DL	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Design

Diseño en el eje mayor Placa base (AISC 360-10 LRFD)

CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

Dimensiones	Unit	Value	Min. value	Max. value	Sta.	References
<u>Placa base</u>						
Distancia del ancla al borde	[in]	1.32	0.25	--	✓	
Tamaño de soldadura	[1/16in]	5	3	--	✓	table J2.4

VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Verification	Unit	Capacity	Demand	Ctrl EQ	Ratio	References
<u>Base de concreto</u>						
Aplastamiento por axial	[Lb/ft ²]	636480.00	0.00	DL	0.00	DG1 3.1.1;
<u>Placa base</u>						
Flexión en fluencia (interfaz de aplastamiento)	[Kip*ft/ft]	2.03	0.00	DL	0.00	DG1 Eq. 3.3.13
Flexión en fluencia (interfaz de tensión)	[Kip*ft/ft]	2.03	1.32	DL	0.65	DG1 Eq. 3.3.13
<u>Columna</u>						
Resistencia de la soldadura	[Kip/ft]	125.29	10.06	DL	0.08	p. 8-9, Sec. J2.5, Sec. J2.4, DG1 p. 35
Resistencia de la soldadura a corte método elástico	[Kip/ft]	83.53	0.00	DL	0.00	p. 8-9, Sec. J2.5, Sec. J2.4
Resistencia de la soldadura a axial método elástico	[Kip/ft]	125.29	5.35	DL	0.04	p. 8-9, Sec. J2.5, Sec. J2.4
Relación		0.65				

ANEXO 8. COMPROBACIÓN DE CONEXIONES

CONEXIÓN 001

Diseño en el eje menor Placa base (AISC 360-10 LRFD)

CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS						
Dimensions	Unit	Value	Min. value	Max. value	Sta.	References
<u>Placa base</u>						
Distancia del ancla al borde	[in]	1.32	0.25	--	✓	
Tamaño de soldadura	[1/16in]	5	3	--	✓	table J2.4

VERIFICACIÓN DE DISEÑO						
Verification	Unit	Capacity	Demand	Ctrl EQ	Ratio	References
<u>Base de concreto</u>						
Aplastamiento por axial	[Lb/ft2]	636480.00	0.00	DL	0.00	DG1 3.1.1;
<u>Placa base</u>						
Flexión en fluencia (interfaz de aplastamiento)	[Kip*ft/ft]	2.03	0.00	DL	0.00	DG1 Eq. 3.3.13
Flexión en fluencia (interfaz de tensión)	[Kip*ft/ft]	2.03	1.32	DL	0.65	DG1 Eq. 3.3.13
<u>Columna</u>						
Resistencia de la soldadura	[Kip/ft]	125.29	10.06	DL	0.08	p. 8-9, Sec. J2.5, Sec. J2.4, DG1 p. 35
Resistencia de la soldadura a corte método elástico	[Kip/ft]	83.53	0.00	DL	0.00	p. 8-9, Sec. J2.5, Sec. J2.4
Resistencia de la soldadura a axial método elástico	[Kip/ft]	125.29	5.35	DL	0.04	p. 8-9, Sec. J2.5, Sec. J2.4
Relación	0.65					

Eje mayor Anclas

CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS						
Dimensions	Unit	Value	Min. value	Max. value	Sta.	References
<u>Anclas</u>						
Espaciamiento entre anclas	[in]	8.66	2.00	--	✓	Sec. D.8.1
Recubrimiento de concreto	[in]	43.42	3.00	--	✓	Sec. 7.7.1
Longitud efectiva	[in]	12.33	--	23.67	✓	

VERIFICACIÓN DE DISEÑO						
Verification	Unit	Capacity	Demand	Ctrl EQ	Ratio	References
Tensión en anclas	[Kip]	6.17	2.50	DL	0.41	Eq. D-2
Arrancamiento de ancla en tensión	[Kip]	55.69	2.50	DL	0.04	Eq. D-3, Sec. D.3.3.4.4
Arrancamiento de grupo de anclas en tensión	[Kip]	85.71	10.00	DL	0.12	Eq. D-4, Sec. D.3.3.4.4
Extracción por deslizamiento de ancla en tensión	[Kip]	9.13	2.50	DL	0.27	Sec. D.3.3.4.4
Corte en el ancla	[Kip]	3.21	0.00	DL	0.00	Eq. D-29
Arrancamiento de ancla a corte	[Kip]	56.57	0.00	DL	0.00	Table D.4.1.1, Sec. D.4.3
Desprendimiento de ancla a corte	[Kip]	111.38	0.00	DL	0.00	Eq. D-3, Table D.4.1.1, Sec. D.4.3
Desprendimiento de grupo de anclas a corte	[Kip]	171.42	0.00	DL	0.00	Eq. D-4, Table D.4.1.1, Sec. D.4.3
Relación	0.41					

ANEXO 8. COMPROBACIÓN DE CONEXIONES

CONEXIÓN 001

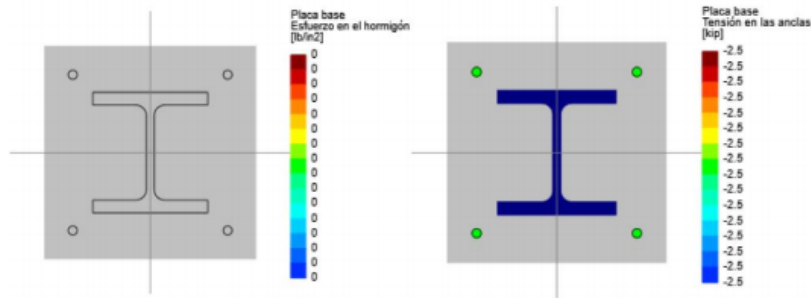
CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS		Eje menor Anclas				
Dimensiones	Unit	Value	Min. value	Max. value	Sta.	References
Anclas						
Espaciamiento entre anclas	[in]	8.66	2.00	--	✓	Sec. D.8.1
Recubrimiento de concreto	[in]	43.42	3.00	--	✓	Sec. 7.7.1
Longitud efectiva	[in]	12.33	--	23.67	✓	

VERIFICACIÓN DE DISEÑO						
Verification	Unit	Capacity	Demand	Ctrl EQ	Ratio	References
Tensión en anclas	[Kip]	6.17	2.50	DL	0.41	Eq. D-2
Arrancamiento de ancla en tensión	[Kip]	55.69	2.50	DL	0.04	Eq. D-3, Sec. D.3.3.4.4
Arrancamiento de grupo de anclas en tensión	[Kip]	85.71	10.00	DL	0.12	Eq. D-4, Sec. D.3.3.4.4
Extracción por deslizamiento de ancla en tensión	[Kip]	9.13	2.50	DL	0.27	Sec. D.3.3.4.4
Corte en el ancla	[Kip]	3.21	0.00	DL	0.00	Eq. D-29
Arrancamiento de ancla a corte	[Kip]	56.57	0.00	DL	0.00	Table D.4.1.1, Sec. D.4.3
Desprendimiento de ancla a corte	[Kip]	111.38	0.00	DL	0.00	Eq. D-3, Table D.4.1.1, Sec. D.4.3
Desprendimiento de grupo de anclas a corte	[Kip]	171.42	0.00	DL	0.00	Eq. D-4, Table D.4.1.1, Sec. D.4.3

Relación	0.41
-----------------	-------------

Relación de resistencia crítica global	0.65
---	-------------

Eje mayor
Máximas compresión y tensión (DL)



Máximo esfuerzo en el concreto	0.00	[psi]
Mínimo esfuerzo en el concreto	0.00	[psi]
Máxima tensión en las anclas	2.50	[Kip]
Mínima tensión en las anclas	2.50	[Kip]
Ángulo del eje neutro	0.00	
Longitud de aplastamiento	-1.2E31	[in]

ANEXO 8. COMPROBACIÓN DE CONEXIONES

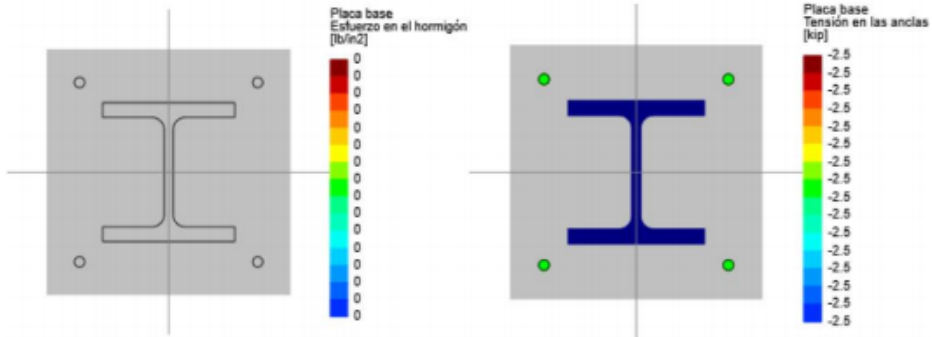
CONEXIÓN 001

Tensiones en anclas

Ancla	Transversal [in]	Longitudinal [in]	Corte [Kip]	Tensión [Kip]
1	-4.33	-4.33	0.00	2.50
2	-4.33	4.33	0.00	2.50
3	4.33	4.33	0.00	2.50
4	4.33	-4.33	0.00	2.50

Eje menor

Máximas compresión y tensión (DL)



Máximo esfuerzo en el concreto	0.00	[psi]
Mínimo esfuerzo en el concreto	0.00	[psi]
Máxima tensión en las anclas	2.50	[Kip]
Mínima tensión en las anclas	2.50	[Kip]
Ángulo del eje neutro	0.00	
Longitud de aplastamiento	-1.2E31	[in]

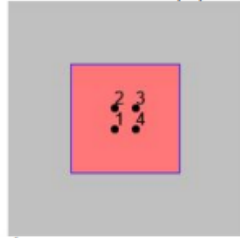
Tensiones en anclas

Ancla	Transversal [in]	Longitudinal [in]	Corte [Kip]	Tensión [Kip]
1	-4.33	-4.33	0.00	2.50
2	-4.33	4.33	0.00	2.50
3	4.33	4.33	0.00	2.50
4	4.33	-4.33	0.00	2.50

ANEXO 8. COMPROBACIÓN DE CONEXIONES

CONEXIÓN 001

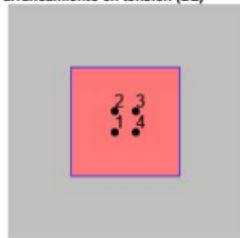
Resultados para arrancamiento en tensión (DL)



Grupo	Área [in ²]	Tensión [Kip]	Ancias
1	1994.52	10.00	1, 2, 3, 4

Eje mayor

Resultados para arrancamiento en tensión (DL)



Grupo	Área [in ²]	Tensión [Kip]	Ancias
1	1994.52	10.00	1, 2, 3, 4

Eje menor

ANEXO 9. COMPROBACIÓN DE CONEXIONES

CONEXIÓN 002



Current Date: 16/03/2021 18:38
 Units system: English
 File name:

Steel connections

Results

Connection name : MEP BCF DG4 HSS D
Connection ID : 1

Family: Viga - Ala de columna (BCF)
 Type: Moment end plate
 Description: C-001
 Código de diseño: AISC 360-10 LRFD

SOLICITACIONES

Descripción	Viga		Viga derecha		Viga izquierda		Columna	Panel	Tipo de carga	
	Ru [Kip]	Pu [Kip]	Mu [Kip*ft]	PufTop [Kip]	PufBot [Kip]	PufTop [Kip]	PufBot [Kip]	Pu [Kip]		Vu [Kip]
DL	5.40	0.00	7.87	-18.03	18.03	0.00	0.00	0.00	18.03	Design

CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

Dimensiones	Unit	Value	Min. value	Max. value	Sta.	References
Placa de extremo extendida						
Distancia vertical al borde	[in]	1.00	0.75	6.00	✓	Sec. J3.5 Tables J3.4, J3.5
$L_{emin} = e_{dmin} + C_2 = 0.75_{[in]} + 0_{[in]} = 0.75_{[in]}$						
$L_{emax} = \min(12*t_p, 6_{[in]}) = \min(12*0.8_{[in]}, 6_{[in]}) = 6_{[in]}$						Sec. J3.5
Distancia horizontal al borde	[in]	1.00	0.75	6.00	✓	Sec. J3.5 Tables J3.4, J3.5
$L_{emin} = e_{dmin} + C_2 = 0.75_{[in]} + 0_{[in]} = 0.75_{[in]}$						
$L_{emax} = \min(12*t_p, 6_{[in]}) = \min(12*0.8_{[in]}, 6_{[in]}) = 6_{[in]}$						Sec. J3.5
Separación vertical entre pernos (ala exterior)	[in]	3.02	1.33	--	✓	Sec. J3.3 Sec. J3.3
$s_{min} = 8/3*d = 8/3*0.5_{[in]} = 1.33_{[in]}$						
Separación vertical entre pernos (ala interior)	[in]	3.02	1.33	--	✓	Sec. J3.3 Sec. J3.3
$s_{min} = 8/3*d = 8/3*0.5_{[in]} = 1.33_{[in]}$						
Separación horizontal	[in]	2.65	2.61	2.87	✓	Sec. J3.3, DG4 Sec. 2.4, DG4 Sec. 2.1, 2.4, DG16 Sec. 2.5
$g_{min} = \text{Max}(8/3*d, 2*k_{tc} + 2*d, t_{ab} + 2*w + d_b) = \text{Max}(8/3*0.5_{[in]}, 2*0.807_{[in]} + 2*0.5_{[in]}, 0.185_{[in]} + 2*0.25_{[in]} + 0.563_{[in]}) = 2.61_{[in]}$						Sec. J3.3, DG4 Sec. 2.4 DG4 Sec. 2.1, 2.4, DG16 Sec. 2.5
$g_{max} = b_{\beta} = 2.87_{[in]}$						

ANEXO 9. COMPROBACIÓN DE CONEXIONES

CONEXIÓN 002

VERIFICACIÓN DE DISEÑO	Unit	Capacity	Demand	Ctrl EQ	Ratio	References
Placa de extremo a momento (ala exterior)						
Flexión en fluencia	[Kip*ft]	47.50	0.00	DL	0.00	DG4 Eq. 3.10, Sec. 2.2.3
$s = 0.5 \cdot (b_p \cdot g)^{1/2} = 0.5 \cdot (4.65_{[in]} \cdot 2.65_{[in]})^{1/2} = 1.76_{[in]}$						
$p_{\beta} = \min(p_{\beta}, s) = \min(1.25_{[in]}, 1.76_{[in]}) = 1.25_{[in]}$						
$Y_p = b_p/2 \cdot (h_f \cdot (1/p_{\beta} + 1/s) + h_o \cdot (1/p_{\beta}) - 0.5) + 2/g \cdot (h_f \cdot (p_{\beta} + s)) = 4.65_{[in]}/2 \cdot (3.85_{[in]} \cdot (1/1.25_{[in]} + 1/1.76_{[in]}) + 6.88_{[in]} \cdot (1/1.5_{[in]}) - 0.5) + 2/2.65_{[in]} \cdot (3.85_{[in]} \cdot (1.25_{[in]} + 1.76_{[in]})) = 30.51_{[in]}$						
$M_a = F_{yp} \cdot Y_p \cdot I_p^2 = 36000_{[lb/in^2]} \cdot 30.51_{[in]} \cdot 0.8_{[in]}^2 = 58.58_{[kip \cdot ft]}$						
$\pm M_u = (\pm M_a) \cdot 1.11 = (0.9 \cdot 58.58_{[kip \cdot ft]}) \cdot 1.11 = 47.5_{[kip \cdot ft]}$						
Momento resistente en pernos sin efecto de palanca	[Kip*ft]	23.66	0.00	DL	0.00	DG4 Eq. 3.7, Eq. 3.8
$M_{np} = 2 \cdot P_u \cdot (h_o + h_f) = 2 \cdot 17.64_{[kip]} \cdot (6.88_{[in]} + 3.85_{[in]}) = 31.55_{[kip \cdot ft]}$						
$\pm M_u = \phi \cdot M_{np} = 0.75 \cdot 31.55_{[kip \cdot ft]} = 23.66_{[kip \cdot ft]}$						
Corte en los pernos	[Kip]	31.75	5.40	DL	0.17	Tables (7-1, 14), Eq. J3-1
$\phi R_n = \phi \cdot F_u \cdot A_t = 0.75 \cdot 54000_{[ksi]} \cdot 0.196_{[in^2]} = 7.94_{[kip]}$						
$\phi R_n = C \cdot \phi R_n = 4 \cdot 7.94_{[kip]} = 31.75_{[kip]}$						
Aplastamiento de pernos por corte	[Kip]	143.55	5.40	DL	0.04	Eq. J3-6
$L_{c-mp} = \text{Max}(0, L_c - d/2) = \text{Max}(0, 1_{[in]} - 0.563_{[in]}/2) = 0.719_{[in]}$						
$L_{c-mp} = \text{Max}(0, s - d) = \text{Max}(0, 3.02_{[in]} - 0.563_{[in]}) = 2.46_{[in]}$						
$\phi R_n = \phi \cdot (\text{min}(k \cdot L_{c-mp}, k \cdot d) + \text{min}(k \cdot L_{c-mp}, k \cdot d) \cdot (n - 1)) \cdot \phi \cdot F_u \cdot A_t$						
$\phi R_n = 0.75 \cdot (\text{min}(1.2 \cdot 0.719_{[in]}, 2.4 \cdot 0.5_{[in]}) + \text{min}(1.2 \cdot 2.46_{[in]}, 2.4 \cdot 0.5_{[in]}) \cdot (2 - 1)) \cdot 0.8_{[in]} \cdot 58000_{[ksi]} \cdot 2 = 143.55_{[kip]}$						
Corte a fluencia	[Kip]	72.32	9.02	DL	0.12	DG4 Eq. 3.12
$\phi R_n = \phi \cdot 0.6 \cdot F_u \cdot A_g \cdot b_p \cdot t_p = 0.9 \cdot 0.6 \cdot 36000_{[ksi]} \cdot 4.65_{[in]} \cdot 0.8_{[in]} = 72.32_{[kip]}$						
Corte a rotura	[Kip]	70.99	9.02	DL	0.13	DG4 Eq. 3.14, AISC 358-05 Eq. 6.9-12, DG4 Eq. 3.13
$L_d = d_b + 1/16_{[in]} = 0.563_{[in]} + 1/16_{[in]} = 0.625_{[in]}$						
$A_n = (b_p - 2 \cdot L_d) \cdot t_p = (4.65_{[in]} - 2 \cdot 0.625_{[in]}) \cdot 0.8_{[in]} = 2.72_{[in^2]}$						
$\phi R_n = \phi \cdot 0.6 \cdot F_u \cdot A_n = 0.75 \cdot 0.6 \cdot 58000_{[ksi]} \cdot 2.72_{[in^2]} = 70.99_{[kip]}$						
Placa de extremo a momento (ala interior)						
Flexión en fluencia	[Kip*ft]	47.50	7.87	DL	0.17	DG4 Eq. 3.10, Sec. 2.2.3
$s = 0.5 \cdot (b_p \cdot g)^{1/2} = 0.5 \cdot (4.65_{[in]} \cdot 2.65_{[in]})^{1/2} = 1.76_{[in]}$						
$p_{\beta} = \min(p_{\beta}, s) = \min(1.25_{[in]}, 1.76_{[in]}) = 1.25_{[in]}$						
$Y_p = b_p/2 \cdot (h_f \cdot (1/p_{\beta} + 1/s) + h_o \cdot (1/p_{\beta}) - 0.5) + 2/g \cdot (h_f \cdot (p_{\beta} + s)) = 4.65_{[in]}/2 \cdot (3.85_{[in]} \cdot (1/1.25_{[in]} + 1/1.76_{[in]}) + 6.88_{[in]} \cdot (1/1.5_{[in]}) - 0.5) + 2/2.65_{[in]} \cdot (3.85_{[in]} \cdot (1.25_{[in]} + 1.76_{[in]})) = 30.51_{[in]}$						
$M_a = F_{yp} \cdot Y_p \cdot I_p^2 = 36000_{[lb/in^2]} \cdot 30.51_{[in]} \cdot 0.8_{[in]}^2 = 58.58_{[kip \cdot ft]}$						
$\pm M_u = (\pm M_a) \cdot 1.11 = (0.9 \cdot 58.58_{[kip \cdot ft]}) \cdot 1.11 = 47.5_{[kip \cdot ft]}$						
Momento resistente en pernos sin efecto de palanca	[Kip*ft]	23.66	7.87	DL	0.33	DG4 Eq. 3.7, Eq. 3.8
$M_{np} = 2 \cdot P_u \cdot (h_o + h_f) = 2 \cdot 17.64_{[kip]} \cdot (6.88_{[in]} + 3.85_{[in]}) = 31.55_{[kip \cdot ft]}$						
$\pm M_u = \phi \cdot M_{np} = 0.75 \cdot 31.55_{[kip \cdot ft]} = 23.66_{[kip \cdot ft]}$						
Corte en los pernos	[Kip]	31.75	0.00	DL	0.00	Tables (7-1, 14), Eq. J3-1
$\phi R_n = \phi \cdot F_u \cdot A_t = 0.75 \cdot 54000_{[ksi]} \cdot 0.196_{[in^2]} = 7.94_{[kip]}$						
$\phi R_n = C \cdot \phi R_n = 4 \cdot 7.94_{[kip]} = 31.75_{[kip]}$						

ANEXO 10. COMPROBACIÓN DE CONEXIONES

CONEXIÓN 003



Current Date: 16/03/2021 22:47
 Units system: English
 File name:

Steel connections

Results

Connection name : EP_BCW_1/4PL_2B3/4
Connection ID : 2V

Family: Viga - Alma de columna (BCW)
 Type: End plate
 Description: C-002
 Código de diseño: AISC 360-10 LRFD

SOLICITACIONES

Descripción	Ru [Kip]	Pu [Kip]	Tipo de carga
DL	2.80	0.00	Design

CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

Dimensiones	Unit	Value	Min. value	Max. value	Sta.	References
Placa de extremo						
Longitud	[in]	3.50	2.21	4.42	✓	p. 10-49
$L_{min} = T/2 = 4.42_{[in]}/2 = 2.21_{[in]}$ $L_{max} = d - \max(k_{top}, d_c) - \max(k_{bot}, d_{cb}) = 5.51_{[in]} - \max(0.547_{[in]}, 0_{[in]}) - \max(0.547_{[in]}, 0_{[in]}) = 4.42_{[in]}$						
Placa de extremo (lado de la viga)						
Tamaño de soldadura	[1/16in]	4	3	--	✓	table J2.4 table J2.4
$W_{min} = W_{min} = 0.0156$						
Longitud de soldadura	[in]	1.75	1.00	--	✓	Sec. J2.2b Sec. J2.2b
$L_{min} = 4.0 * W = 4.0 * 0.25_{[in]} = 1_{[in]}$						
Placa de extremo (lado del soporte)						
Distancia vertical al borde	[in]	1.00	0.75	--	✓	Tables J3.4, J3.5
$L_{min} = e_{dn} + C_2 = 0.75_{[in]} + 0_{[in]} = 0.75_{[in]}$						
Distancia horizontal al borde	[in]	1.00	0.75	--	✓	Tables J3.4, J3.5
$L_{min} = e_{dn} + C_2 = 0.75_{[in]} + 0_{[in]} = 0.75_{[in]}$						
Separación vertical entre pernos	[in]	1.50	1.33	9.60	✓	Sec. J3.3, Sec. J3.5 Sec. J3.3
$s_{min} = 8/3 * d = 8/3 * 0.5_{[in]} = 1.33_{[in]}$						
<i>IsCorrosionConsidered</i> @ False						
$s_{max} = \min(24 * t_f, 12_{[in]}) = \min(24 * 0.4_{[in]}, 12_{[in]}) = 9.6_{[in]}$						
Sec. J3.5						

ANEXO 10. COMPROBACIÓN DE CONEXIONES

CONEXIÓN 003

Separación horizontal	[in]	2.00	1.33	9.60	✔	Sec. J3.3, Sec. J3.5 Sec. J3.3
$s_{min} = 8/3*d = 8/3*0.5_{[in]} = \mathbf{1.33}_{[in]}$ <i>IsCorrosionConsidered</i> @ False $s_{max} = \min(24*t_p, 12_{[in]}) = \min(24*0.4_{[in]}, 12_{[in]}) = \mathbf{9.6}_{[in]}$						
Sec. J3.5						
Soporte						
Separación vertical entre pernos	[in]	1.50	1.33	9.60	✔	Sec. J3.3, Sec. J3.5 Sec. J3.3
$s_{min} = 8/3*d = 8/3*0.5_{[in]} = \mathbf{1.33}_{[in]}$ <i>IsCorrosionConsidered</i> @ False $s_{max} = \min(24*t_p, 12_{[in]}) = \min(24*0.4_{[in]}, 12_{[in]}) = \mathbf{9.6}_{[in]}$						
Sec. J3.5						
Separación horizontal	[in]	2.00	1.33	9.60	✔	Sec. J3.3, Sec. J3.5 Sec. J3.3
$s_{min} = 8/3*d = 8/3*0.5_{[in]} = \mathbf{1.33}_{[in]}$ <i>IsCorrosionConsidered</i> @ False $s_{max} = \min(24*t_p, 12_{[in]}) = \min(24*0.4_{[in]}, 12_{[in]}) = \mathbf{9.6}_{[in]}$						
Sec. J3.5						

VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Verification	Unit	Capacity	Demand	Ctrl EQ	Ratio	References
Placa de extremo (lado de la viga)						
Resistencia de la soldadura	[Kip]	33.41	2.80	DL	0.08	Eq. J2-4 p. 10-50 Sec. J2.4 Sec. J2.4 Eq. J2-4
$L = L - 2*D/16_{[in]} = 3.5_{[in]} - 2*4/16_{[in]} = \mathbf{3}_{[in]}$ $F_w = 0.6*F_{EXX} = 0.6*70000_{[lb/in^2]} = \mathbf{42000}_{[lb/in^2]}$ $A_w = (2)^{1/2}/2*D/16_{[in]}*L = (2)^{1/2}/2*4/16_{[in]}*3_{[in]} = \mathbf{0.53}_{[in^2]}$ $\phi R_w = 2 * (\phi*F_w*A_w) = 2 * (0.75*42000_{[lb/in^2]}*0.53_{[in^2]}) = \mathbf{33.41}_{[kip]}$						
Placa de extremo (lado del soporte)						
Corte en los pernos	[Kip]	31.75	2.80	DL	0.09	Tables (7-1..14) Eq. J3-1 Tables (7-1..14)
$\phi R_n = \phi*F_u*A_s = 0.75*54000_{[lb/in^2]}*0.196_{[in^2]} = \mathbf{7.94}_{[kip]}$ $\phi R_n = C*\phi R_n = 4*7.94_{[kip]} = \mathbf{31.75}_{[kip]}$						
Aplastamiento de pernos por corte	[Kip]	86.46	2.80	DL	0.03	Eq. J3-6 Sec. J4.10 Sec. J4.10
$L_{c-ens} = \text{Max}(0.0, L_c - d/2) = \text{Max}(0.0, 1_{[in]} - 0.563_{[in]}/2) = \mathbf{0.719}_{[in]}$ $L_{c-esp} = \text{Max}(0.0, s - d) = \text{Max}(0.0, 1.5_{[in]} - 0.563_{[in]}) = \mathbf{0.938}_{[in]}$ $\phi R_n = \phi*(\min(k_1*L_{c-ens}, k_2*d) + \min(k_1*L_{c-esp}, k_2*d)*(n - 1))*t_p*F_u*$ $n_s = 0.75*(\min(1.5*0.719_{[in]}, 3*0.5_{[in]}) + \min(1.5*0.938_{[in]}, 3*0.5_{[in]})*(2 - 1))*0.4_{[in]}*$ $58000_{[lb/in^2]}*2 = \mathbf{86.46}_{[kip]}$						
Corte a fluencia	[Kip]	60.48	2.80	DL	0.05	Eq. J4-3 Sec. D3-1 Eq. J4-3
$A_g = L_p*t_p = 3.5_{[in]}*0.4_{[in]} = \mathbf{1.4}_{[in^2]}$ $\phi R_n = 2 * (\phi*0.60*F_u*A_g) = 2 * (1*0.60*36000_{[lb/in^2]}*1.4_{[in^2]}) = \mathbf{60.48}_{[kip]}$						
Corte a rotura	[Kip]	46.98	2.80	DL	0.06	Eq. J4-4 Sec. D3-2 DG4 Eq. 3-13 Sec. J4-2 Eq. J4-4
$L_u = d_u + 1/16_{[in]} = 0.563_{[in]} + 1/16_{[in]} = \mathbf{0.625}_{[in]}$ $L_u = L - n*L_u = 3.5_{[in]} - 2*0.625_{[in]} = \mathbf{2.25}_{[in]}$ $A_n = L_u*t_p = 2.25_{[in]}*0.4_{[in]} = \mathbf{0.9}_{[in^2]}$ $\phi R_n = 2 * (\phi*0.60*F_u*A_n) = 2 * (0.75*0.60*58000_{[lb/in^2]}*0.9_{[in^2]}) = \mathbf{46.98}_{[kip]}$						
Bloque de corte	[Kip]	56.33	2.80	DL	0.05	Eq. J4-5 Sec. D3-2 Sec. D3-2 Sec. J4-3 Sec. J4-3 Sec. J4-3
$dh_s = d_s + 1/16_{[in]} = 0.563_{[in]} + 1/16_{[in]} = \mathbf{0.625}_{[in]}$ $dh_t = d_t + 1/16_{[in]} = 0.563_{[in]} + 1/16_{[in]} = \mathbf{0.625}_{[in]}$ $A_n = (L_{ns} + (n_s - 1)*s_{pa} - (n_s - 0.5)*dh_s)*t_p = (1_{[in]} + (1 - 1)*2_{[in]} - (1 - 0.5)*$ $0.625_{[in]})*0.4_{[in]} = \mathbf{0.275}_{[in^2]}$ $A_{nt} = (L_{nt} + (n_t - 1)*s)*t_p = (1_{[in]} + (2 - 1)*1.5_{[in]})*0.4_{[in]} = \mathbf{1}_{[in^2]}$ $A_{nv} = (L_{nv} + (n - 1)*(s - dh_s) - dh_t/2)*t_p = (1_{[in]} + (2 - 1)*(1.5_{[in]} - 0.625_{[in]}) -$ $0.625_{[in]}/2)*0.4_{[in]} = \mathbf{0.625}_{[in^2]}$						

ANEXO 10. COMPROBACIÓN DE CONEXIONES

CONEXIÓN 003

IsStressUniform @ **True**

$U_{bs} = 1$

Sec. J4-3

$$\hat{f}R_u = 2 * (\hat{f} * \min(0.6 * F_u * A_m + U_{bs} * F_u * A_{nv}, 0.6 * F_y * A_{gv} + U_{bs} * F_u * A_m)) =$$

$$2 * (0.75 * \min(0.6 * 58000 \text{ [lb/in}^2\text{]} * 0.625 \text{ [in}^2\text{]} + 1 * 58000 \text{ [lb/in}^2\text{]} * 0.275 \text{ [in}^2\text{]}, 0.6 * 36000 \text{ [lb/in}^2\text{]} * 1 \text{ [in}^2\text{]} + 1 * 58000 \text{ [lb/in}^2\text{]} * 0.275 \text{ [in}^2\text{]})) = \mathbf{56.33 \text{ [kip]}}$$

Eq. J4-5

Viga

Rotura en las soldaduras

[Kip/ft]

77.27

14.93

DL

0.19

p. 9-5

$$R_u = 0.6 * F_u * t_p = 0.6 * 58000 \text{ [lb/in}^2\text{]} * 0.185 \text{ [in]} = \mathbf{6.44 \text{ [kip/in]}}$$

p. 9-5

$$L = L - 2 * D / 16 \text{ [in]} = 3.5 \text{ [in]} - 2 * 4 / 16 \text{ [in]} = \mathbf{3 \text{ [in]}}$$

p. 10-50

$$D_{nv} = P * 16 / (1 \text{ [in]}) / (\hat{f} * 0.6 * F_{EXX} * (2)^{1/2} / 2 * L) = 1.4 \text{ [kip]} * 16 / (1 \text{ [in]}) / (0.75 * 0.6 * 70000 \text{ [lb/in}^2\text{]} * (2)^{1/2} / 2 * 3 \text{ [in]}) = \mathbf{0.335}$$

Eq. J2-4

HasWeldsOnBothSides @ **False**

$$R_u = 2 * (0.6 * F_{EXX} * (2)^{1/2} / 2 * D_{nv} / 16 \text{ [in]}) = 2 * (0.6 * 70000 \text{ [lb/in}^2\text{]} * (2)^{1/2} / 2 * 0.335 / 16 \text{ [in]}) = \mathbf{1.24 \text{ [kip/in]}}$$

p. 9-5

Corte a fluencia

[Kip]

22.03

2.80

DL

0.13

Eq. J4-3

$$A_e = L_p * t_p = 5.51 \text{ [in]} * 0.185 \text{ [in]} = \mathbf{1.02 \text{ [in}^2\text{]}}$$

Sec. D3-1

$$\hat{f}R_u = \hat{f} * 0.60 * F_y * A_e = 1 * 0.60 * 36000 \text{ [lb/in}^2\text{]} * 1.02 \text{ [in}^2\text{]} = \mathbf{22.03 \text{ [kip]}}$$

Eq. J4-3

Soporte

Aplastamiento de pernos por corte

[Kip]

109.50

2.80

DL

0.03

Eq. J3-6

$$L_{c-nt} = \text{Max}(0.0, L_e - d_p / 2) = \text{Max}(0.0, 1.20\text{E}+31 \text{ [in]} - 0.563 \text{ [in]} / 2) = \mathbf{1.20\text{E}+31 \text{ [in]}}$$

Sec. J4.10

$$L_{c-pto} = \text{Max}(0.0, s - d_p) = \text{Max}(0.0, 1.5 \text{ [in]} - 0.563 \text{ [in]}) = \mathbf{0.938 \text{ [in]}}$$

Sec. J4.10

$$\hat{f}R_u = \hat{f} * (\min(k_1 * L_{c-nt}, k_1 * d) + \min(k_1 * L_{c-pto}, k_2 * d) * (n - 1)) * t_p * F_u *$$

$$n_u = 0.75 * (\min(1.5 * 1.20\text{E}+31 \text{ [in]}, 3 * 0.5 \text{ [in]}) + \min(1.5 * 0.938 \text{ [in]}, 3 * 0.5 \text{ [in]}) * (2 - 1)) * 0.433 \text{ [in]} * 58000 \text{ [lb/in}^2\text{]} * 2 = \mathbf{109.5 \text{ [kip]}}$$

Eq. J3-6

ANEXO 11. COMPROBACIÓN DE CONEXIONES

CONEXIÓN 004



Current Date: 16/03/2021 22:48

Units system: English

File name:

Steel connections

Results

Connection name : SP_BG_1/2PL_5B1
Connection ID : 3V

Family: Viga - Viga maestra (BG)
 Type: Single plate
 Description: C-003
 Código de diseño: AISC 360-10 LRFD

SOLICITACIONES

Descripción	Ru [Kip]	Pu [Kip]	Tipo de carga
DL	5.40	0.00	Design

CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

Dimensiones	Unit	Value	Min. value	Max. value	Sta.	References
Placa de corte						
Longitud	[in]	4.00	2.21	4.42	✓	p. 10-104 p. 10-104
$L_{min} = T/2 = 4.42_{[in]}/2 = 2.21_{[in]}$ $L_{max} = d - \max(k_{top}, d_{cs}) - \max(k_{bot}, d_{cb}) = 5.51_{[in]} - \max(0.547_{[in]}, 0.524_{[in]}) - \max(0.547_{[in]}, 0.524_{[in]}) = 4.42_{[in]}$						
Número de pernos		2	2	12	✓	p 10-102 p 10-102
Min. nrow=2, Max. nrow = 12						
Distancia desde línea de perno a la línea de soldadura [in]		2.00	--	3.50	✓	p 10-102 p 10-102
Max. a = 3.4999999999999996 [in]						
Espesor mínimo de placa o alma de viga	[in]	0.19	--	0.31	✓	Table 10-9 Table 10-9
e=1 [in], Max. tp = 0.3125 [in]						
Distancia vertical al borde	[in]	1.00	0.75	--	✓	Tables J3.4, J3.5 Tables J3.4, J3.5
$L_{min} = e_{dmin} + C_2 = 0.75_{[in]} + 0_{[in]} = 0.75_{[in]}$						
Distancia horizontal al borde	[in]	1.00	1.00	--	✓	p. 10-103 p. 10-103
$L_{min} = 2*d = 2*0.5_{[in]} = 1_{[in]}$						
Separación vertical entre pernos	[in]	2.00	1.33	4.44	✓	Sec. J3.3, Sec. J3.5 Sec. J3.3
$s_{min} = 8/3*d = 8/3*0.5_{[in]} = 1.33_{[in]}$						
IsCorrosionConsidered @ False						
$s_{max} = \min(24*t_p, 12_{[in]}) = \min(24*0.185_{[in]}, 12_{[in]}) = 4.44_{[in]}$						
						Sec. J3.5

ANEXO 11. COMPROBACION DE CONEXIONES

CONEXIÓN 004

<u>Viga</u>						
Distancia vertical al borde	[in]	1.23	0.75	--	✓	Tables J3.4, J3.5
$L_{e\text{min}} = e_{\text{dist}} + C_2 = 0.75_{[\text{in}]} + 0_{[\text{in}]} = \mathbf{0.75}_{[\text{in}]}$						
Distancia horizontal al borde	[in]	1.50	1.00	--	✓	p. 10-103
$L_{e\text{min}} = 2*d = 2*0.5_{[\text{in}]} = \mathbf{1}_{[\text{in}]}$						
<u>Soporte</u>						
Tamaño de soldadura	[1/16in]	6	4	--	✓	p. 10-101
$w_{\text{min}} = (5/8)*t_p = (5/8)*0.4_{[\text{in}]} = \mathbf{0.25}_{[\text{in}]}$						
Longitud de soldadura	[in]	4.00	1.50	--	✓	Sec. J2.2b
$L_{\text{min}} = 4.0*w = 4.0*0.375_{[\text{in}]} = \mathbf{1.5}_{[\text{in}]}$						

VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Verification	Unit	Capacity	Demand	Ctrl EQ	Ratio	References
<u>Placa de corte</u>						
Corte en los pernos	[Kip]	11.02	5.40	DL	0.49	Tables (7-1..14)
$c=1$ [in], Max. tp = 0.3125 [in]						
$\phi R_n = \phi F_u A_n = 0.75*54000_{[\text{lb/in}^2]}*0.196_{[\text{in}^2]} = \mathbf{7.94}_{[\text{kip}]}$						
$\phi R_n = C*\phi R_n*BoltFactor = 1.39*7.94_{[\text{kip}]}*1 = \mathbf{11.02}_{[\text{kip}]}$						
Aplastamiento de pernos por corte	[Kip]	24.91	5.40	DL	0.22	p. 7-18, Sec. J3.10
$c=1$ [in], Max. tp = 0.3125 [in]						
$c=1$ [in], Max. tp = 0.3125 [in]						
$L_{c\text{-min}} = \text{Max}(0.0, L_c - d_p/2) = \text{Max}(0.0, 1_{[\text{in}]} - 0.563_{[\text{in}]/2}) = \mathbf{0.719}_{[\text{in}]}$						
$L_{c\text{-spa}} = \text{Max}(0.0, s - d_h) = \text{Max}(0.0, 2_{[\text{in}]} - 0.563_{[\text{in}]}) = \mathbf{1.44}_{[\text{in}]}$						
$\phi R_n = \phi(C/(n_c*n_s))*(\min(k_s*t_p, k_c*d) + \min(k_s*L_{c\text{-spa}}, k_s*d)*(n-1))*t_p*F_u*n_c = 0.75*(1.39*(1*2))*(\min(1.2*0.719_{[\text{in}]}, 2.4*0.5_{[\text{in}]}) + \min(1.2*1.44_{[\text{in}]}, 2.4*0.5_{[\text{in}]})*(2-1))*0.4_{[\text{in}]}*58000_{[\text{lb/in}^2]}*1 = \mathbf{24.91}_{[\text{kip}]}$						
p. 7-18, Sec. J3.10						
Corte a fluencia	[Kip]	34.56	5.40	DL	0.16	Eq. J4-3
$A_g = L_p*t_p = 4_{[\text{in}]}*0.4_{[\text{in}]} = \mathbf{1.6}_{[\text{in}^2]}$						
$\phi R_n = \phi*0.60*F_y*A_g = 1*0.60*36000_{[\text{lb/in}^2]}*1.6_{[\text{in}^2]} = \mathbf{34.56}_{[\text{kip}]}$						
Corte a rotura	[Kip]	28.71	5.40	DL	0.19	Eq. J4-4
$L_h = d_h + 1/16_{[\text{in}]} = 0.563_{[\text{in}]} + 1/16_{[\text{in}]} = \mathbf{0.625}_{[\text{in}]}$						
$L_s = L - n*L_h = 4_{[\text{in}]} - 2*0.625_{[\text{in}]} = \mathbf{2.75}_{[\text{in}]}$						
$A_n = L_s*t_p = 2.75_{[\text{in}]}*0.4_{[\text{in}]} = \mathbf{1.1}_{[\text{in}^2]}$						
$\phi R_n = \phi*0.60*F_u*A_n = 0.75*0.60*58000_{[\text{lb/in}^2]}*1.1_{[\text{in}^2]} = \mathbf{28.71}_{[\text{kip}]}$						
Bloque de corte	[Kip]	31.40	5.40	DL	0.17	Eq. J4-5
$dh_h = d_h + 1/16_{[\text{in}]} = 0.563_{[\text{in}]} + 1/16_{[\text{in}]} = \mathbf{0.625}_{[\text{in}]}$						
$dh_s = d_h + 1/16_{[\text{in}]} = 0.563_{[\text{in}]} + 1/16_{[\text{in}]} = \mathbf{0.625}_{[\text{in}]}$						
$A_n = (L_{eh} + (n_c - 1)*s_{pa} - (n_c - 0.5)*dh_h)*t_p = (1_{[\text{in}]} + (1 - 1)*5.5_{[\text{in}]} - (1 - 0.5)*0.625_{[\text{in}]})*0.4_{[\text{in}]} = \mathbf{0.275}_{[\text{in}^2]}$						
$A_{ps} = (L_{cs} + (n - 1)*s)*t_p = (1_{[\text{in}]} + (2 - 1)*2_{[\text{in}]})*0.4_{[\text{in}]} = \mathbf{1.2}_{[\text{in}^2]}$						
$A_{nt} = (L_{cs} + (n - 1)*s - dh_s/2)*t_p = (1_{[\text{in}]} + (2 - 1)*(2_{[\text{in}]} - 0.625_{[\text{in}]}) - 0.625_{[\text{in}]/2})*0.4_{[\text{in}]} = \mathbf{0.825}_{[\text{in}^2]}$						
$IsStressUniform$ ☺ True						
$U_{ts} = 1$						
$\phi R_n = \phi*\min(0.6*F_u*A_n + U_{ts}*F_u*A_n, 0.6*F_y*A_{ps} + U_{ts}*F_u*A_n) = 0.75*\min(0.6*58000_{[\text{lb/in}^2]}*0.825_{[\text{in}^2]} + 1*58000_{[\text{lb/in}^2]}*0.275_{[\text{in}^2]}, 0.6*36000_{[\text{lb/in}^2]}*1.2_{[\text{in}^2]} + 1*58000_{[\text{lb/in}^2]}*0.275_{[\text{in}^2]}) = \mathbf{31.4}_{[\text{kip}]}$						
Eq. J4-5						

ANEXO 11. COMPROBACION DE CONEXIONES

CONEXIÓN 004

Placa (lado del soporte)						
Resistencia de la soldadura	[Kip]	66.82	5.40	DL	0.08	Tables 8-4 .. 8-11 Tables 8-4 .. 8-11
$\phi R_n = 2 * (\phi * C * C_c * D * L) = 2 * (0.75 * 1.86_{[kip/in]} * 1 * 6 * 4_{[in]}) = \mathbf{66.82}_{[kip]}$						
Viga						
Aplastamiento de pernos por corte	[Kip]	13.08	5.40	DL	0.41	p. 7-18, Sec. J3.10 Table 10-9 Table 10-9 Sec. J4.10 Sec. J4.10
$c=1$ [in], Max. tp = 0.3125 [in] $e=1$ [in], Max. tp = 0.3125 [in] $L_{c-spl} = \text{Max}(0.0, L_p - d_s/2) = \text{Max}(0.0, 1.23_{[in]} - 0.563_{[in]}/2) = \mathbf{0.951}_{[in]}$ $L_{c-spa} = \text{Max}(0.0, s - d_s) = \text{Max}(0.0, 2_{[in]} - 0.563_{[in]}) = \mathbf{1.44}_{[in]}$ $\phi R_n = \phi * (C * (n_c * n)) * (\min(k_1 * L_c, k_2 * d) + \min(k_1 * L_{c-spl}, k_2 * d) * (n - 1)) * t_p * F_u * n_c = 0.75 * (1.39 * (1 * 2)) * (\min(1.2 * 0.951_{[in]}, 2.4 * 0.5_{[in]}) + \min(1.2 * 1.44_{[in]}, 2.4 * 0.5_{[in]})) * (2 - 1) * 0.185_{[in]} * 58000_{[lb/in^2]} * 1 = \mathbf{13.08}_{[kip]}$						
Corte a fluencia						
$A_g = L_p * t_p = 4.46_{[in]} * 0.185_{[in]} = \mathbf{0.826}_{[in^2]}$	[Kip]	17.84	5.40	DL	0.30	Eq. J4-3 Sec. D3-1 Eq. J4-3
$\phi R_n = \phi * 0.60 * F_y * A_g = 1 * 0.60 * 36000_{[lb/in^2]} * 0.826_{[in^2]} = \mathbf{17.84}_{[kip]}$						
Corte a rotura						
$L_u = d_s + 1/16$ [in] = 0.563 [in] + 1/16 [in] = $\mathbf{0.625}_{[in]}$	[Kip]	15.52	5.40	DL	0.35	Eq. J4-4 Sec. D3-2 DG4 Eq. 3-13 Sec. J4-2 Eq. J4-4
$L_p = L - n * L_u = 4.46_{[in]} - 2 * 0.625_{[in]} = \mathbf{3.21}_{[in]}$						
$A_m = L_u * t_p = 3.21_{[in]} * 0.185_{[in]} = \mathbf{0.595}_{[in^2]}$						
$\phi R_n = \phi * 0.60 * F_u * A_m = 0.75 * 0.60 * 58000_{[lb/in^2]} * 0.595_{[in^2]} = \mathbf{15.52}_{[kip]}$						
Flexión en fluencia						
$\phi R_n = \phi * F_y * S_{xx} / e = 0.9 * 36000_{[lb/in^2]} * 0.615_{[in^3]} / 1_{[in]} = \mathbf{19.92}_{[kip]}$	[Kip]	19.92	5.40	DL	0.27	p. 9-6 p. 9-6
Pandeo local del alma						
$h_w = d - d_c = 5.51_{[in]} - 1.05_{[in]} = \mathbf{4.46}_{[in]}$	[Kip]	19.92	5.40	DL	0.27	p. 9-8, p. 9-7 p. 9-7
$Is_{BeamCopedAtBothFlanges} = (c_s \leq 2 * d) \text{ and } (d_{cs} \leq 0.2 * d) \text{ and } (c_s \leq 2 * d) \text{ and } (d_{cs} \leq 0.2 * d) = (0.5_{[in]} \leq 2 * 5.51_{[in]}) \text{ and } (0.524_{[in]} \leq 0.2 * 5.51_{[in]}) \text{ and } (0.5_{[in]} \leq 2 * 5.51_{[in]}) \text{ and } (0.524_{[in]} \leq 0.2 * 5.51_{[in]}) = \mathbf{True}$						
$f_d = 3.5 - 7.5 * (d_c / d) = 3.5 - 7.5 * (0.524_{[in]} / 5.51_{[in]}) = \mathbf{2.79}$						p. 9-8 p. 9-8
$F_w = 0.62 * \pi^2 * E * t_p^2 / (c * h_w) * f_d = 0.62 * \pi^2 * 2.90E+07_{[lb/in^2]} * 0.185_{[in]}^2 / (0.5_{[in]} * 4.46_{[in]}) * 2.79 = \mathbf{2.42E+06}_{[lb/in^2]}$						p. 9-8
$\phi R_n = \phi * \min(F_y, F_w) * S_{xx} / e = 0.9 * \min(36000_{[lb/in^2]}, 2.42E+06_{[lb/in^2]}) * 0.615_{[in^3]} / 1_{[in]} = \mathbf{19.92}_{[kip]}$						
Bloque de corte						
$dh_s = d_s + 1/16$ [in] = 0.563 [in] + 1/16 [in] = $\mathbf{0.625}_{[in]}$	[Kip]	19.25	5.40	DL	0.28	Eq. J4-5 Sec. D3-2 Sec. D3-2
$dh_t = d_s + 1/16$ [in] = 0.563 [in] + 1/16 [in] = $\mathbf{0.625}_{[in]}$						
$A_n = (L_{ch} + (n_c - 1) * s_{pa} - (n_c - 0.5) * dh_s) * t_p = (1.5_{[in]} + (1 - 1) * 5.5_{[in]} - (1 - 0.5) * 0.625_{[in]}) * 0.185_{[in]} = \mathbf{0.22}_{[in^2]}$						Sec. J4-3 Sec. J4-3
$A_{gv} = (L_{cv} + (n - 1) * s) * t_p = (1.23_{[in]} + (2 - 1) * 2_{[in]}) * 0.185_{[in]} = \mathbf{0.598}_{[in^2]}$						
$A_{tn} = (L_{cn} + (n - 1) * (s - dh_s) - dh_t/2) * t_p = (1.23_{[in]} + (2 - 1) * (2_{[in]} - 0.625_{[in]}) - 0.625_{[in]}/2) * 0.185_{[in]} = \mathbf{0.425}_{[in^2]}$						Sec. J4-3
$Is_{StressUniform} \text{ @ True}$						
$U_{hs} = 1$						Sec. J4-3
$\phi R_n = \phi * \min(0.6 * F_u * A_n + U_{hs} * F_u * A_{tn}, 0.6 * F_y * A_{gv} + U_{hs} * F_u * A_{tn}) = 0.75 * \min(0.6 * 58000_{[lb/in^2]} * 0.425_{[in^2]} + 1 * 58000_{[lb/in^2]} * 0.22_{[in^2]}, 0.6 * 36000_{[lb/in^2]} * 0.598_{[in^2]} + 1 * 58000_{[lb/in^2]} * 0.22_{[in^2]}) = \mathbf{19.25}_{[kip]}$						
Flexión a rotura						
$\phi R_n = \phi * F_u * Z_{xx} / e = 0.75 * 58000_{[lb/in^2]} * 0.615_{[in^3]} / 1_{[in]} = \mathbf{26.74}_{[kip]}$	[Kip]	26.74	5.40	DL	0.20	p. 9-6 p. 9-6

ANEXOS 12. REFERENCIAS SIDOR. VIGAS

CATÁLOGO DE PERFILES
Perfiles Estructurales de Acero, Vigas, Ángulos.

VIGAS UPN

I= Momento de Inercia.
S= Momento de Resistencia.
R= Radio de Inercia, siempre referido al eje de flexión correspondiente.
Calidades: ASTM-A-36.
ST-37-2.

Para $h \leq 300$ inclinación: 8% $C=b/2$
Para $h \geq 300$ inclinación: 5% $C=(b-s)/2$

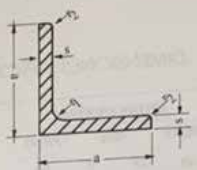
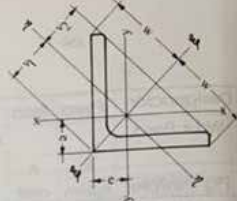
UPN	Dimensiones (mm)							Área cm ²	Peso Kg/m	Momento respecto a los ejes					
	h	b	s	t	r ₁	r ₂	EJE X-X			EJE Y-Y					
							I _x cm ⁴			S _x cm ³	R _x cm	I _y cm ⁴	S _y cm ³	R _y cm	
80	80	45	6.0	8.0	8.0	4.0	11.0	8.65	106	26.5	3.10	19.4	6.35	1.33	
100	100	50	6.0	8.5	8.5	4.5	13.5	10.6	205	41.1	3.91	29.1	8.45	1.47	
120	120	55	7.0	9.0	9.0	4.5	17.0	13.3	364	60.7	4.63	43.1	11.10	1.59	
140	140	60	7.0	10.0	10.0	5.0	20.4	16.0	605	86.4	5.45	62.5	14.70	1.75	
160	160	65	7.5	10.5	10.5	5.5	24.0	18.9	925	116.0	6.21	85.0	18.20	1.89	
180	180	70	8.0	11.0	11.0	5.5	28.0	22.0	1350	150.0	6.96	113.0	22.40	2.02	
200	200	75	8.5	11.5	11.5	6.0	32.2	25.3	1910	191.0	7.71	148.0	26.90	2.14	
220	220	80	9.0	12.5	12.5	6.5	37.4	29.4	2690	245.0	8.48	196.0	33.50	2.30	
240	240	85	9.5	13.0	13.0	6.5	42.3	33.2	3600	300.0	9.22	247.0	39.50	2.42	
260	260	90	10.0	14.0	14.0	7.0	48.3	37.9	4820	371.0	10.00	317.0	47.80	2.56	
280	280	95	10.0	15.0	15.0	7.5	53.4	41.9	6280	448.0	10.80	398.0	57.10	2.74	
300	300	100	10.0	16.0	16.0	8.0	58.8	46.1	8030	535.0	11.70	493.0	67.60	2.90	
320	320	100	14.0	17.5	17.5	8.5	75.8	59.5	10870	679.0	12.10	597.0	80.60	2.81	
350	350	100	14.0	16.0	16.0	8.0	77.3	60.6	12840	734.0	12.90	570.0	75.00	2.72	
380	380	102	13.5	16.0	16.0	8.0	80.4	63.1	15760	829.0	14.00	615.0	78.70	2.77	
400	400	110	14.0	18.0	18.0	9.0	91.5	71.8	20350	1020.0	14.90	846.0	102.00	3.04	

ANEXOS 13. REFERENCIAS SIDOR. ANGULOS

Estructurales de Acero. vigas

Angulos.

Calidades: Covenin 1036-86.
ASTM-A-36.
ST-37-2.

Nacionales.

L	Dimensiones (mm)				Área cm ²	Peso Kg/m	Distancias de los ejes						Momento respecto a los ejes					
							e		v		I _x		S _x		I _E		R _E	
	a	s	r ₁	r ₂	cm	cm	cm	cm	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³		
20 X 3	20	3.0	3.5	2.0	1.12	0.88	0.60	1.41	0.85	0.70	0.39	0.28	0.59	0.62	0.74	0.15	0.18	0.37
25 X 3	25	3.0	3.5	2.0	1.42	1.11	0.73	1.77	1.03	0.87	0.80	0.45	0.75	1.27	0.95	0.31	0.30	0.47
30 X 3	30	3.0	5.0	2.5	1.74	1.36	0.84	2.12	1.18	1.04	1.40	0.65	0.90	2.24	1.14	0.57	0.48	0.57
35 X 4	35	4.0	5.0	2.5	2.67	2.09	1.00	2.47	1.41	1.24	2.95	1.18	1.05	4.68	1.33	1.24	0.88	0.68
					3.87	3.04	1.08		1.53	1.27	4.13	1.71	1.04	6.50	1.30	1.77	1.16	0.68
40 X 4	40	4.0	6.0	3.0	3.08	2.42	1.12	2.83	1.58	1.40	4.47	1.55	1.21	7.08	1.52	1.86	1.18	0.71
					4.48	3.52	1.20		1.70	1.43	6.31	2.26	1.19	9.98	1.49	2.67	1.57	0.71
4	4.0	5.0	7.0	3.5	3.89	3.06	1.36	3.54	1.92	1.75	8.97	2.46	1.52	14.20	1.91	3.73	1.94	0.98
					4.80	3.77	1.40		1.98	1.76	11.00	3.05	1.51	17.40	1.90	4.59	2.32	0.98
50 X 5	50	5.0	7.0	3.5	6.56	5.15	1.49	4.60	2.11	1.78	14.60	4.15	1.49	23.10	1.88	6.02	2.85	0.98
					6.36	4.99	1.75		2.49	2.28	25.00	5.27	1.98	39.91	2.53	10.00	4.00	1.2
65 X 6	65	6.0	9.0	4.5	7.53	5.91	1.80	5.30	2.55	2.28	29.20	6.21	1.97	46.30	2.48	12.10	4.74	1.2
					8.70	6.83	1.85		2.62	2.29	33.40	7.18	1.96	53.0	2.47	13.80	5.27	1.2
75 X 7	75	7.0	10.0	5.0	10.10	7.94	2.09	7.07	2.95	2.63	52.3	9.67	2.27	83.60	2.88	21.10	7.15	1.4
					11.50	9.00	2.13		3.01	2.65	58.90	11.00	2.27	93.30	2.85	24.40	8.11	1.4
90 X 7	90	7.0	11.0	5.5	12.24	9.61	2.45	6.36	3.46	3.17	92.50	14.10	2.75	147.0	3.46	38.00	11.00	1.7
100 X 8	100	8.0	12.0	6.0	15.50	12.20	2.74	7.07	3.87	3.52	145.00	19.90	3.06	230.00	3.85	59.90	15.50	1.9
					19.20	15.00	2.82		3.99	3.54	177.00	24.60	3.04	280.00	3.82	73.30	18.40	1.9

Importados.

120 X 10	120	10.0	13.0	6.5	23.20	18.20	3.31	8.49	4.69	4.22	313.00	36.00	3.67	497.00	4.63	129.00	27.50	2.3
					27.50	21.60	3.40		4.80	4.26	368.00	42.70	3.65	584.00	4.60	152.00	31.60	2.3
150 X 12	150	12.0	16.0	8.0	34.80	27.30	4.12	10.60	5.83	5.29	737.00	67.70	4.60	1170.00	5.80	303.00	52.00	2.5

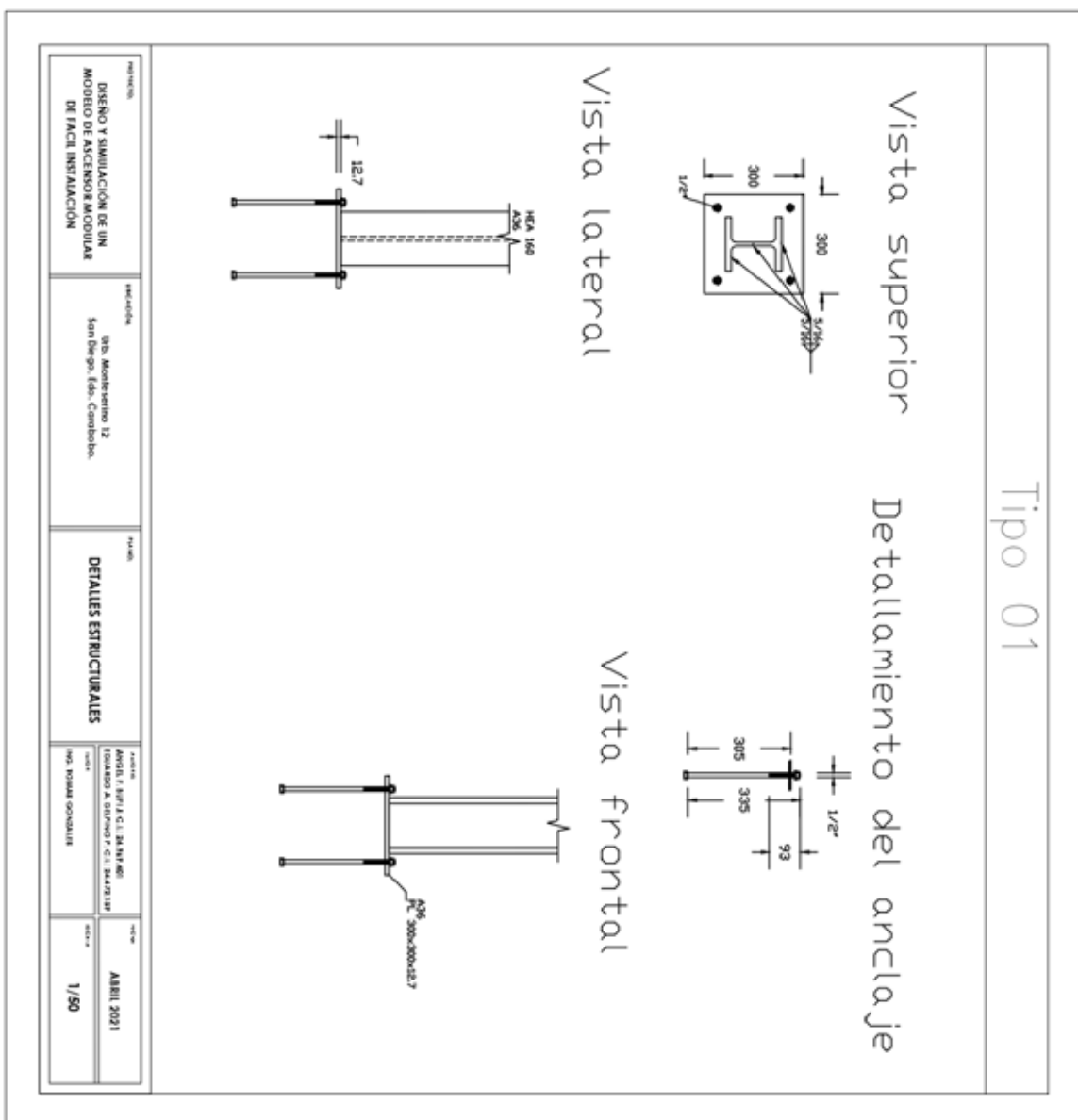
Características Mecánicas.

Grado Norma COVENIN	Grado Equiv. ASTM	Pto. Cedente Fy (mim)	Pto. Ruptura Fu (mim)	Alargamiento (%)
AE - 25	A - 36	2.500 kg/cm ²	3.700 Kg/cm ²	21
AE - 35	A - 50	3.500 kg/cm ²	5.200 Kg/cm ²	18

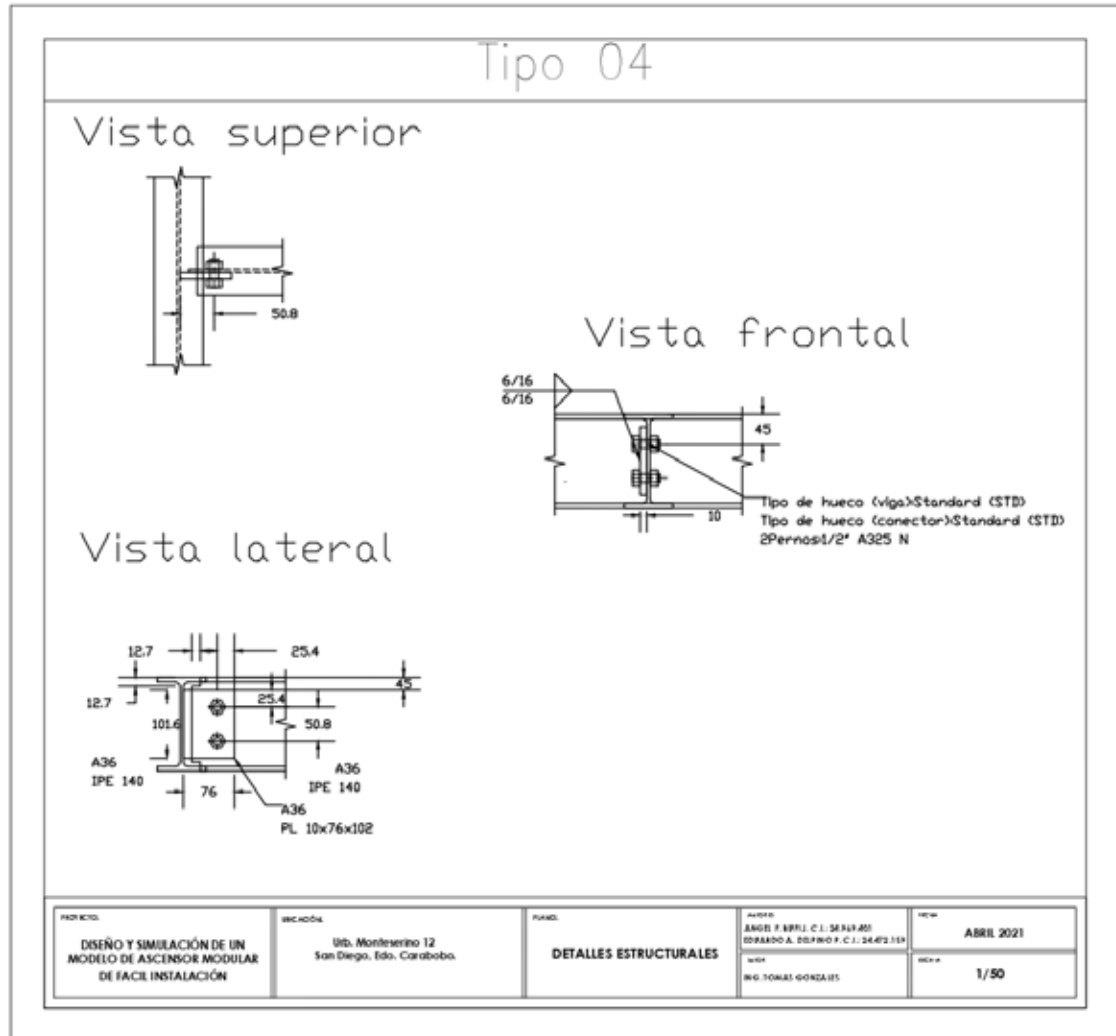
Composición Química Típica.

C %	Mn %	Si %	S (max) %	P (max) %
0.12 - 0.20	0.60 - 0.80	0.15 - 0.25	0.05	0.05

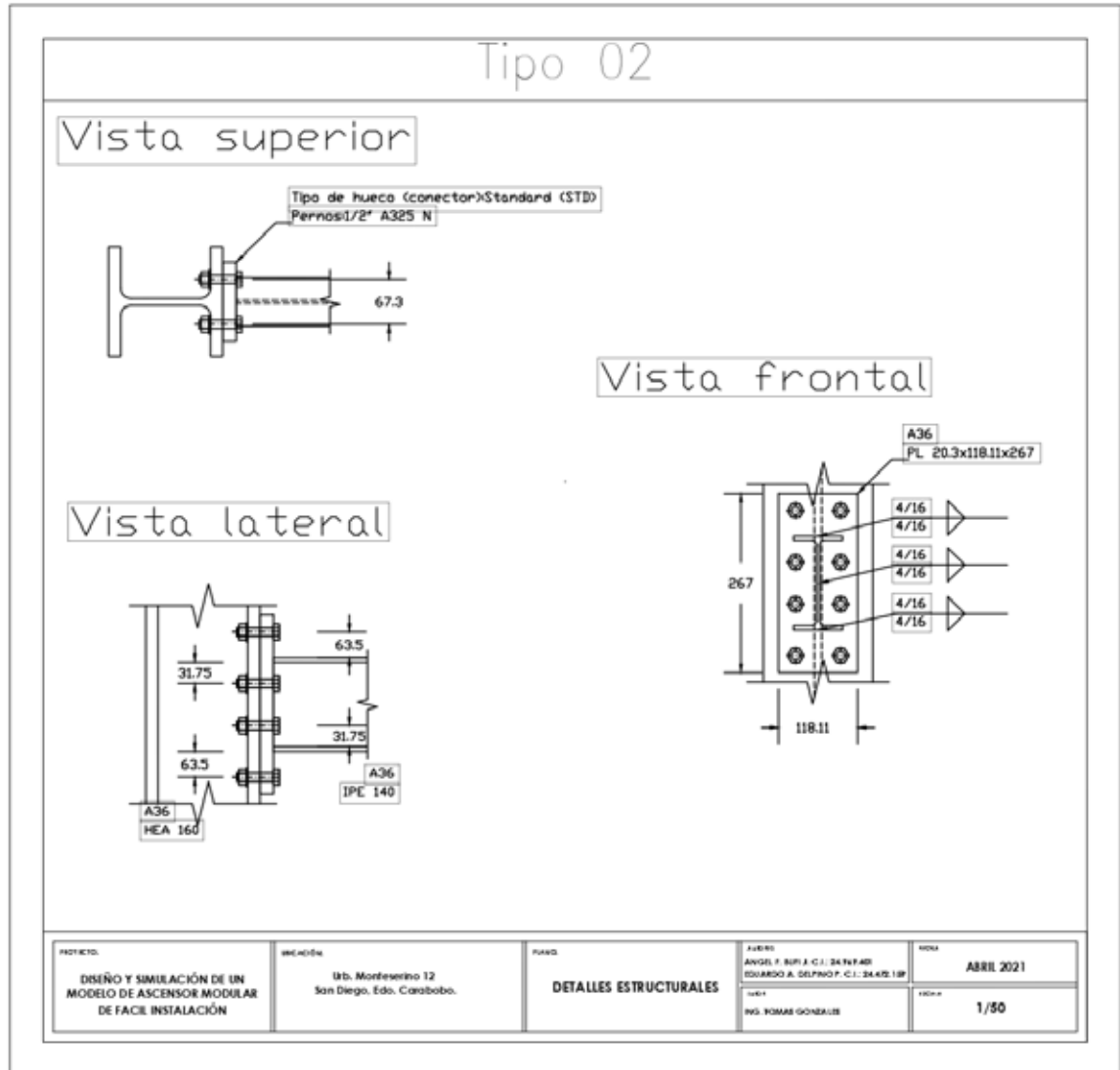
ANEXO 14. PLANOS



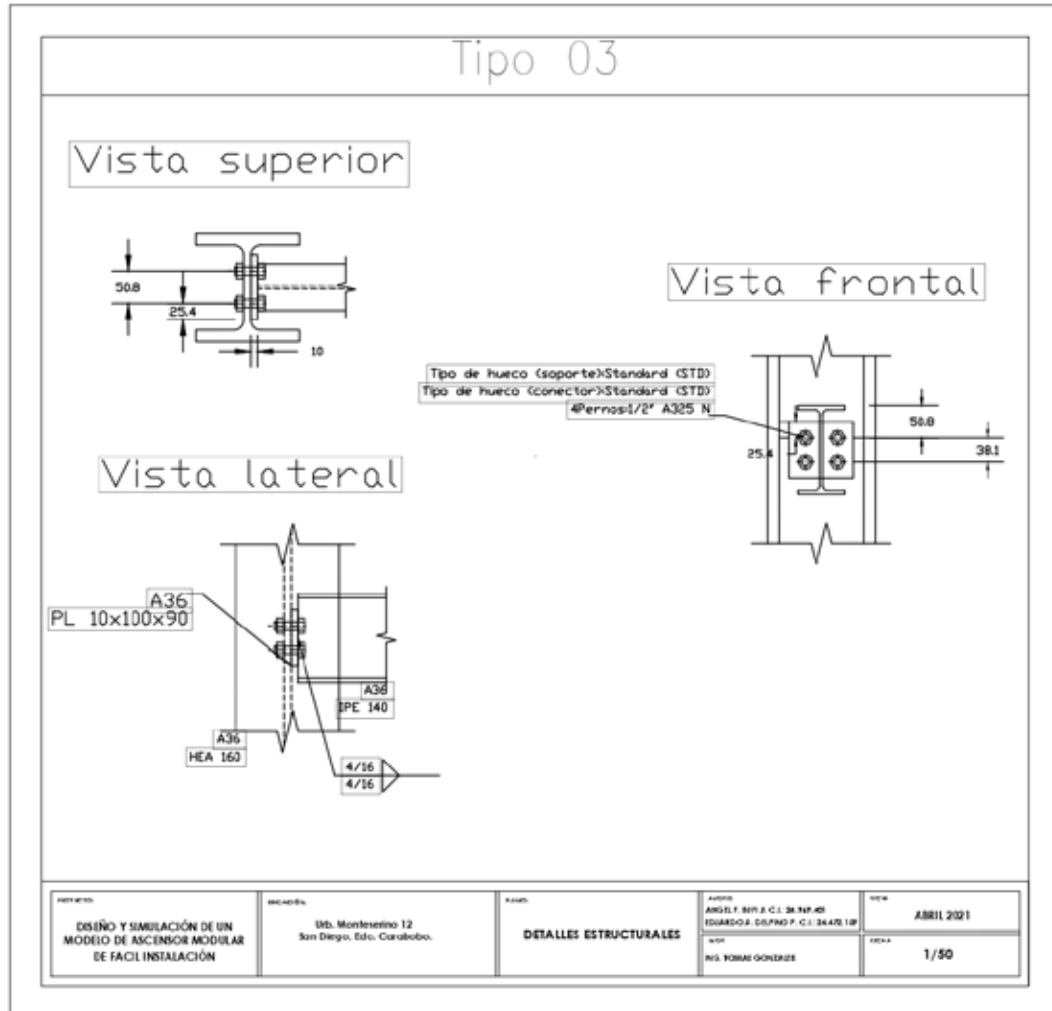
ANEXOS 14. PLANOS



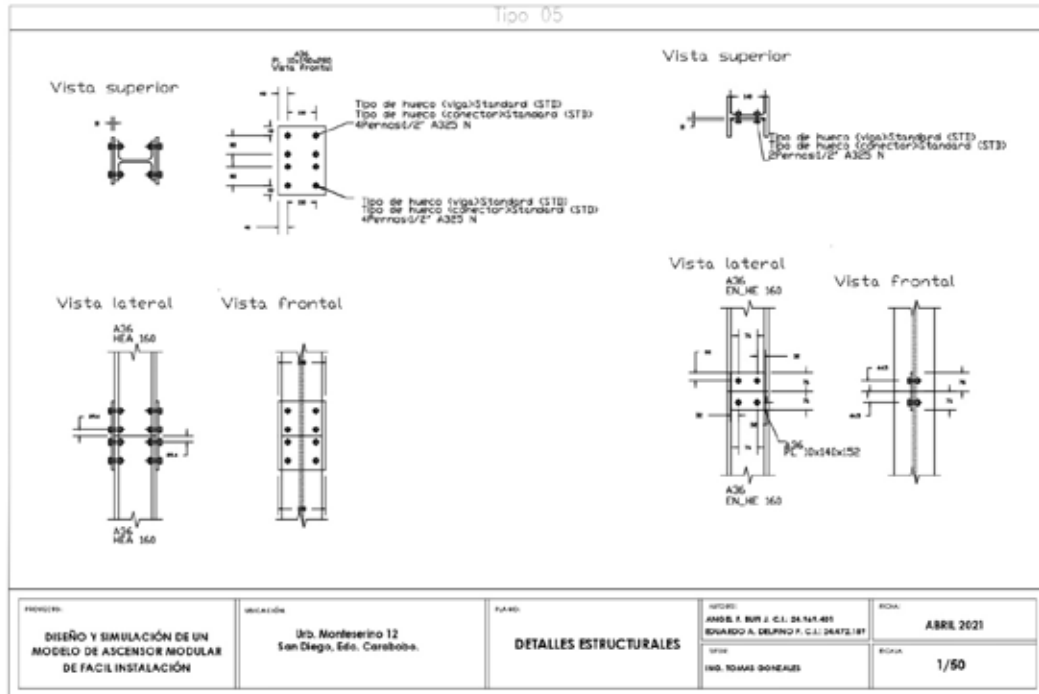
ANEXOS 14. PLANOS



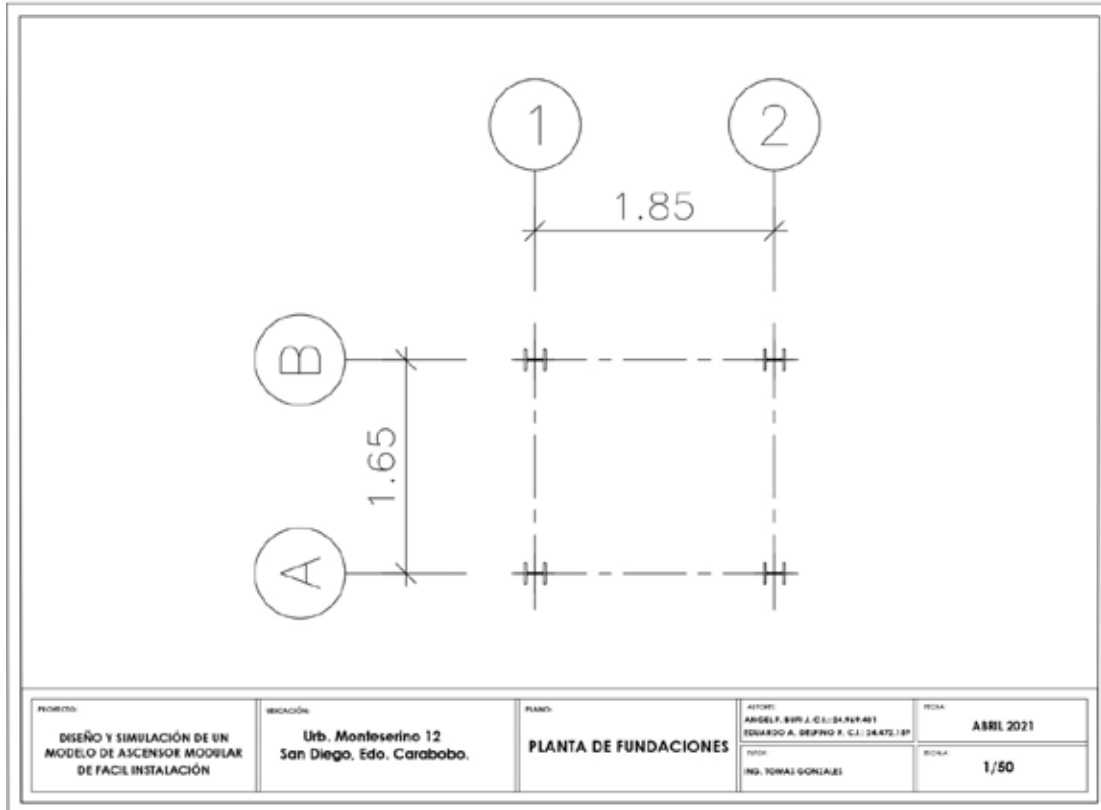
ANEXOS 14. PLANOS



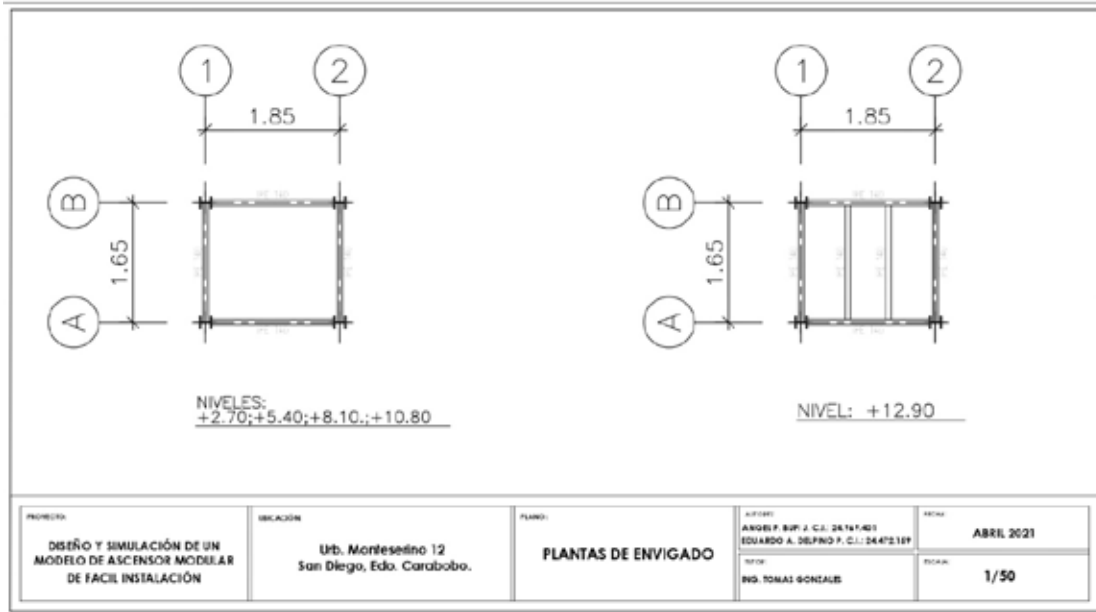
ANEXOS 14. PLANOS



ANEXOS 14. PLANOS



ANEXOS 14. PLANOS



ANEXOS 14. PLANOS

