

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA:

INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

INGENIEROS MECÁNICOS

TEMA:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ASCENSOR DE 150 KG. DE CARGA
NETA POR 6.10 METROS DE RECORRIDO, PARA UNA PERSONA CON
DISCAPACIDAD EN LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO DE LOS
TSÁCHILAS**

AUTORES:

FABRICIO JAVIER CADENA RAMÍREZ

DIEGO ARMANDO PINEDA LÓPEZ

TUTOR:

HOMERO ANTONIO YANCHAPAXI ALMACHI

Quito, noviembre del 2018

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORES

Nosotros Fabricio Javier Cadena Ramírez y Diego Armando Pineda López, con documento de identificación N° 1725754491 y N° 1721103479 respectivamente, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ASCENSOR DE 150 KG. DE CARGA NETA POR 6.10 METROS DE RECORRIDO, PARA UNA PERSONA CON DISCAPACIDAD EN LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS", mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Mecánicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Fabricio Javier Cadena Ramírez
C.I. 1725754491

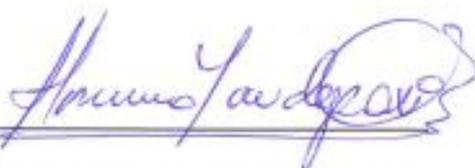


Diego Armando Pineda López
C.I. 1721103479

Quito, noviembre del 2018.

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el proyecto de titulación, "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ASCENSOR DE 150 KG. DE CARGA NETA POR 6.10 METROS DE RECORRIDO, PARA UNA PERSONA CON DISCAPACIDAD EN LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS" realizado por Fabricio Javier Cadena Ramírez y Diego Armando Pineda López, obteniendo un trabajo que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerado como trabajo final de titulación.



Homero Antonio Yanchapaxi Almachi
C.I. 1704227535

Quito, noviembre del 2018.

DEDICATORIA

A mi madre, María Edith Ramírez por ser mi guía y brindarme su apoyo incondicional, en todo momento, sin dejarme caer, permitiéndome llegar a cumplir mis metas planteadas y ser el pilar fundamental en mi vida; por ser el ejemplo de constancia y perseverancia; por sus valores brindados y la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien; por mi educación tanto académica como de vida; por creer en mí... Todo esto te lo debo a ti.

Fabricio Javier Cadena Ramírez

Este trabajo lo dedico a mis padres Ercilia López, Alberto Pineda y a toda mi familia, quienes gracias a su apoyo han hecho de mí una persona de bien y me han guiado para conseguir mis metas deseadas, sabiéndome inculcar valores de respeto y de trabajo duro, para alcanzar los sueños.

Diego Armando Pineda López

AGRADECIMIENTO

A mis padres quienes me dieron la vida y por ser las personas más importantes en ella; a mis hermanas por brindarme su apoyo incondicional en todo momento; a mi familia, en general, agradezco su aliento para seguir adelante; y, sobre todo, por guiarme para ser una persona de bien.

A la Universidad Politécnica Salesiana, la cual me abrió las puertas para formarme profesionalmente y brindarme un segundo hogar, a sus docentes y administrativos, en especial, al Ingeniero Homero Yanchapaxi que nos supo guiar con su conocimiento y sus experiencias profesionales para concluir con éxito nuestro primer proyecto.

Fabricio Javier Cadena Ramírez

A la Universidad Politécnica Salesiana, a sus administradores y docentes quienes supieron acoger y apoyar mis deseos de superación y convertirme en una gran persona y en un buen profesional.

A mis padres y a toda mi familia, quienes son lo más importante de mi vida, que con el apoyo necesario me han dado todo para formarme como profesional y más que eso, para hacer de mí un hombre de bien.

A los profesores que compartieron sus conocimientos y experiencias en mi etapa de formación académica, en especial, al Ingeniero Homero Antonio Yanchapaxi que gracias a su experiencia laboral fue nuestra guía en el desarrollo de este proyecto.

Diego Armando Pineda López

ÍNDICE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORES	i
DECLARATORÍA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
GLOSARIO	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1. Definición de ascensor.....	1
1.1 La cabina	1
1.1.1 Tipos de cabina	1
1.1.1.1 Media cabina.....	1
1.1.1.2 Cabina completa	2
1.1.1.3 Panorámico	2
1.2 Definición de equipo de tracción de ascensor	3
1.2.1 Tipos de máquina de tracción	3
1.2.1.1 Motorreductor de corona y polea de tracción	3
1.2.1.2 Tecla de cadena.....	4
1.2.1.3 Tecla de cable	5
1.2.1.4 Hidráulico	7
1.2.1.5 Máquina para ascensor con contrapeso	9
1.2.1.6 Máquina de ascensor con doble rodillo	9
1.2.1.7 Máquina Gearless sobre cabina	10
1.3 Pozo.....	10

1.3.1 Pozo de hormigón	11
1.3.2 Pozo de estructura metálica	11
1.4 Fosa	11
1.5 Velocidades del ascensor.....	12
1.6 Sistemas de control.....	12
1.6.1 Control electrónico PLC	12
1.6.2 Control electrónico relés	13
1.6.3 Finales de carrera	13
1.7 Botoneras	14
1.8 Tablero de control eléctrico.....	14
1.9 Sistemas de seguridad	15
1.9.1 Alarma de emergencia	15
1.9.2 Intercomunicador	15
1.9.3 Señales visuales	16
1.9.4 Señales auditivas.....	16
1.9.5 Iluminación	16
1.10 Soldadura.....	16
1.10.1 AWS E6013	16
1.10.2 AWS E7018	17
1.10.3 AWS E6011	18
1.11 Ascensores para discapacitados.....	19
1.11.1 Dimensiones de un ascensor para una persona con discapacidad.	19
1.12 Ascensor diseñado para el señor Pablo Moreta en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas	20
CAPITULO II	21
ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	21
2. Introducción.....	21

2.1 Análisis de alternativas de tipo de máquina	22
2.1.1 Alternativa A. Tracción mediante tecla de cable	22
2.1.2 Alternativa B. Tracción mediante máquina de ascensor de 2 rodillos.....	22
2.2 Factor de ponderación	23
2.3 Factores de análisis.....	24
2.4 Costo.....	24
2.5 Facilidad de instalación	24
2.6 Facilidad de mantenimiento	24
2.7 Seguridad.....	24
2.8 Tabla de valoración de calificaciones.....	24
2.9 Calificación y selección de alternativas del tipo de máquina.....	25
2.10 Análisis de alternativa del tipo de cabina.....	26
2.10.1 Alternativa A: Cabina con paredes completas.....	26
2.10.2 Alternativa B: Cabina de paredes a media altura.....	27
2.11 Factor de ponderación	27
2.12 Factores de análisis.....	28
2.13 Estética	28
2.14 Seguridad.....	28
2.15 Costo.....	29
2.16 Facilidad de mantenimiento	29
2.17 Tabla de valoración de calificaciones.....	29
2.18 Calificación y selección de alternativas del tipo de cabina	30
CAPITULO III.....	32
DISEÑO	32
3. Introducción	32
3.1 Tipos de cargas	32
3.1.1 Cargas muertas.....	32

3.1.2 Cargas vivas	32
3.1.3 Carga total.....	32
3.1.4 Carga extra de seguridad.....	32
3.1.5 Tipo de cargas en la cabina.....	33
3.2. Diseño de cabina	33
3.2.1 Partes de la cabina.....	34
3.2.2 Cálculo de la velocidad.....	35
3.2.3 Cálculo de la aceleración	36
3.2.4 Cálculo de tensión de los cables de la cabina	36
3.2.5 Diseño de viga superior de cabina	37
3.2.6 Diseño de tensores de cabina	41
3.2.7 Diseño de la viga base de cabina	43
3.3 Diseño de la estructura	47
3.3.1 Diseño de la viga principal para motor	47
3.3.2 Diseño de la viga secundaria para motor	51
3.3.3 Diseño de viga soporte motor	54
3.3.4 Diseño de la columna de estructura	58
3.4 Selección del motor	61
3.4.1 Diagrama del sistema.....	62
3.4.2 Torque y trabajo del motor	62
3.4.3 Potencia del motor	63
3.4.4 Factor de potencia y carga	64
3.4.5 Corrección del factor de potencia	66
3.4.6 Selección del capacitor	67
3.5 Análisis de soldadura.....	68
3.5.1 Viga superior de la cabina	68
3.5.2 Fuerza permisible.....	69

3.5.3 Cortante.....	70
3.5.4 Longitud de la garganta	71
3.6 Sistema de Amortiguamiento	73
3.6.1 Deformación	74
CAPÍTULO IV.....	77
COSTOS DEL PROYECTO.....	77
4. Introducción	77
4.1 Costos	77
4.1.1 Costo de material	77
4.1.2 Costo de insumos	78
4.1.3 Costo de mano de obra.....	80
4.1.4 Costo de fabricación y montaje	81
4.1.5 Costo de Sistema eléctrico y automatización	82
4.1.6 Costo de imprevistos.....	84
4.1.7 Costo de diseño.....	84
4.1.8 Costo total del proyecto	84
4.2 Flujo de caja	85
4.3 Payback Period	86
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFÍA	90
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Media cabina.....	1
Figura 2. Cabina completa	2
Figura 3. Cabina Panorámica	2
Figura 4. Equipo de tracción	3
Figura 5. Motorreductor de corona	3
Figura 6. Teclé de cadena.....	5
Figura 7. Teclé de cable	5
Figura 8. Partes de un ascensor hidráulico.....	7
Figura 9. Funcionamiento de un ascensor con contrapeso.....	9
Figura 10. Máquina Gearless	10
Figura 11. PLC del ascensor	13
Figura 12. Finales de carrera.....	14
Figura 13. Botoneras del ascensor	14
Figura 14. Tablero de control eléctrico	15
Figura 15. Partes que conforman el elevador para una persona con discapacidad en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas, diseñado para el Sr. Pablo Moreta.	21
Figura 16. Perfiles principales de la cabina	34
Figura 17. Diagrama de cuerpo libre de la cabina	35
Figura 18. Velocidad vs tiempo	36
Figura 19. Diagrama de cargas – viga superior de cabina	38
Figura 20. Diagrama de fuerza cortante y momento flector	39
Figura 21. Viga simple – con cargas concentradas simétricamente.....	40
Figura 22. Diagrama del tensor de cabina.....	42
Figura 23. Reacciones viga base cabina.....	43
Figura 24. Diagrama de fuerza cortante y momento flector	44
Figura 25. Viga simple – carga puntual en el centro.....	45
Figura 26. Partes de la estructura	47
Figura 27. Diagrama de la viga principal para motor	48
Figura 28. Cálculo de fuerza cortante y momento flector.....	49
Figura 29. Diagrama de fuerza cortante y momento flector	50
Figura 30. Diagrama viga secundaria motor	52
Figura 31. Cálculo de fuerza cortante y momento flector.....	53

Figura 32. Diagrama de fuerza cortante y momento flector	53
Figura 33. Diagrama de la viga soporte motor.....	55
Figura 34. Viga simple para una carga concentrada	56
Figura 35. Diagrama de fuerza cortante y momento flector	56
Figura 36. Columnas de la estructura.....	58
Figura 37. Diagrama de las columna estructura.....	59
Figura 38. Sistema de tracción	61
Figura 39. Diagrama de tensiones	62
Figura 40. Diagrama de tensiones	63
Figura 41. Triángulo de potencia	66
Figura 42. Análisis de la soldadura en la viga superior de cabina	68
Figura 43. Longitudes de la soldadura	69
Figura 44. Dimensiones del perfil C 100X50X2	69
Figura 45. Esfuerzos permisibles del código AISC para metal de aporte.....	70
Figura 46. Longitud de la garganta	72
Figura 47. Ley de senos para hallar la longitud de la garganta.....	73
Figura 48. Diagrama del resorte.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tecele de cadena.....	4
Tabla 2. Tipos de cable	6
Tabla 3. Tabla comparativa de ascensor eléctrico y ascensor hidráulico	8
Tabla 4. Amperaje recomendado para electrodo E6013	17
Tabla 5. Amperaje recomendado para electrodo E7018.....	18
Tabla 6. Amperaje recomendado para electrodo E6011	19
Tabla 7. Tabla de ponderación – tipo de equipo	23
Tabla 8. Tabla de valores de calificación – tipo de máquina.....	25
Tabla 9. Evaluación del tipo de máquina.....	25
Tabla 10. Tabla de ponderación – tipo de cabina.....	28
Tabla 11. Tabla de calificaciones – tipo de cabina	29
Tabla 12. Evaluación del tipo de cabina	30
Tabla 13. Cargas vivas en la cabina.....	33
Tabla 14. Cargas muertas en la cabina.....	33
Tabla 15. Carga total de la cabina.....	33
Tabla 16. Características del perfil para la viga superior.....	41
Tabla 17. Selección del perfil para los tensores de cabina.....	43
Tabla 18. Selección del perfil para la viga base de cabina.....	46
Tabla 19. Selección del perfil para la viga principal del motor	51
Tabla 20. Selección del perfil para la viga secundaria del motor.	54
Tabla 21. Selección del perfil para la viga soporte motor.....	58
Tabla 22. Características del motor.....	65
Tabla 23. Datos de diseño	74
Tabla 24. Ssy En función del Sut	75
Tabla 25. Constantes A y m	76
Tabla 26. Costo de materiales	78
Tabla 27. Costo de insumos	79
Tabla 28. Costo de mano de obra.....	80
Tabla 29. Costo de fabricación y montaje.....	81
Tabla 30. Costo del sistema eléctrico y automatización	82
Tabla 31. Costo subtotal del proyecto.....	84
Tabla 32. Costo fijo de una persona.....	85
Tabla 33. Costo anual de Mantenimiento	85

Tabla 34. Flujo de caja	85
Tabla 35. Costos fijos.....	86
Tabla 36. VAN y TIR.....	86

GLOSARIO

Equipo de tracción: Conjunto del Motorreductor que consta de un sistema de poleas, y que da movilidad al equipo mediante ejes de transmisión mecánica [1].

HP: Unidad de potencia que desarrolla un motor cuyo significado en inglés es Horse Power [2].

PLC: Programmable Logic Controller. Son controladores lógicos programables que permiten automatizar las tareas de una máquina o funciones industriales [3].

Izaje: Es un dispositivo que permite subir o bajar cargas de manera segura y controlada [4].

Foso: Espacio por el cual circulará la cabina de forma vertical [5].

RPM: Revoluciones por minuto, es la unidad de frecuencia o velocidad angular [6].

Poleas de tracción: Dispositivo mecánico para elevación, que posee una forma acanalada por el cual circulan las cuerdas tensionadas. También conocidas como máquinas simples [7].

Flexión: La sollicitación mecánica a un momento perpendicular al eje longitudinal de un elemento de un mecanismo o estructura [8].

Fuerza cortante: Es el esfuerzo de corte o de cizalla interno o resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de un prisma mecánico [9].

Momento Flector: Momento de fuerza resultante de una distribución de tensiones sobre una sección transversal de un prisma mecánico flexionado o una placa que es perpendicular al eje longitudinal a lo largo del que se produce la flexión [10].

Cabina: Elemento básico de un ascensor. Está formado por un bastidor y la caja o cabina y que recorre una distancia vertical a través de unas guías [11].

Ascensor: Es un sistema diseñado para trasladar objetos o personas de forma vertical en un edificio o estructura [11].

Esbeltez: Característica de las barras estructurales o prismas mecánicos que relaciona la rigidez de su sección transversal con su longitud total [12].

Esfuerzo de compresión: Resultante de las tensiones que existen dentro de un sólido deformable, se caracteriza porque tiene una reducción en el volumen o acortamiento en una determinada sección [13].

Tensión admisible: Tensión máxima permitida, se calcula en función de la estructura, el material, su uso y grado de deterioro [13].

Factor de seguridad: Es el valor obtenido entre la capacidad máxima de un material y el valor real al que se encuentra sometido [14].

Carga de seguridad: Es la carga extra aplicada para el diseño de la cabina, selección de materiales y sistema de tracción [14].

RESUMEN

La presente aplicación se realizó en Santo Domingo de los Tsáchilas y establece una metodología para el diseño y construcción de un ascensor de 150 kg. De carga neta con un recorrido de 6.10 metros.

Para ello fue necesario un análisis de alternativas de construcción y funcionamiento con las que va a operar el ascensor, así como el uso de la Norma Ecuatoriana CPE INEN 18:2000. Con este fin, el diseño de la estructura y los elementos sometidos a tensión y compresión están ligados a los parámetros de seguridad implementados en cada país.

Con la aplicación de un diseño basado en los esfuerzos de fluencia de los materiales y resistencia de los elementos mecánicos se determinó su confiabilidad. El procesamiento de datos permitió determinar que los materiales seleccionados en función de las cargas a las que se hallan sometidos, son aptos para la construcción y operación del ascensor.

Palabras claves: diseño, construcción, elevador, persona, discapacidad

ABSTRACT

The present application was carried out in Santo Domingo de los Tsáchilas and establishes a methodology for the design and construction of a 150 kg. elevator with a length of 6.10 meters.

For this, it was necessary an analysis of construction and operation alternatives with which the elevator will operate, as well as the use of the Ecuadorian Standard CPE INEN 18: 2000. To this end, the design of the structure and the elements subject to tension and compression are linked to the mandatory safety parameters in each country.

With the application of a design based on the efforts of creep of the materials and resistance of the mechanical elements its reliability was determined. The data processing allowed to determine that the materials selected according to the loads to which they have been subjected, are suitable for the construction and operation of the elevator.

Keyword: design, construction, elevator, person, disability

INTRODUCCIÓN

El objetivo general del presente proyecto es construir un elevador de 150 kg. de carga neta por 6.10 metros de recorrido, para una persona con discapacidad en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas. Los objetivos específicos son: definir las características mecánicas y los márgenes de seguridad de un elevador para una persona con discapacidad, diseñar un elevador de 150 kg. ajustando el proyecto a la norma vigente del INEN para estos casos, seleccionar adecuadamente elementos estandarizados para la construcción de un elevador, validar el funcionamiento del elevador mediante pruebas experimentales, realizar un análisis de costos para definir la rentabilidad del proyecto.

Para el estudio, los autores han dividido en cuatro capítulos el Trabajo de Titulación, los cuales detallan el desarrollo del proceso de diseño y construcción del elevador.

- En el capítulo I se desarrolla un marco teórico, el cual permite entender y abordar los conceptos principales de funcionamiento y de operación del ascensor.
- En el capítulo II se realiza un análisis de alternativas para la construcción del ascensor, con las características más adecuadas de operación para una persona con discapacidad en sus extremidades inferiores y que opere en función de la Norma CPE INEN 18:2000.
- En el capítulo III se desarrolla el diseño y selección de los elementos a compresión y tensión que se utilizan para la construcción del ascensor así como el análisis de soldadura y selección del motor a tracción.
- En el capítulo IV se realiza un análisis de costos, el cual determina el valor final del diseño y construcción del ascensor.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1. Definición de ascensor

Un ascensor es un sistema que trabaja verticalmente para subir o descender de un nivel a otro y diseñado para desplazar personas. El ascensor está formado de sistemas mecánicos y eléctricos que facilitan el desplazamiento y dan seguridad a los usuarios [15].

1.1 La cabina

Se define a la estructura que forma parte del ascensor, que contiene un bastidor y una caja. El bastidor posee guías colocadas de forma vertical que permiten realizar el desplazamiento y la caja de la cabina es la parte fija. Posee paredes cerradas, techos y paredes. Su puerta debe tener características mecánicas que resistan la combustión y eviten el daño del material [16].

1.1.1 Tipos de cabina

1.1.1.1 Media cabina

Las paredes se encuentran a una altura media de la medida total de una cabina, como se indica en la Figura 1. Este diseño permite tener una vista panorámica y se utiliza para ascensores de carga y domésticos pequeños [17].



Figura 1. Media cabina [18]

1.1.1.2 Cabina completa

Las paredes son totalmente forradas y no tienen vista hacia el exterior como se indica en la Figura 2. Este tipo de ascensores es utilizado en edificios donde su pozo es completamente cubierto por paredes y no posee vista panorámica [19].



Figura 2. Cabina completa [20]

1.1.1.3 Panorámico

La característica principal de este ascensor es su estética y comodidad como se indica en la Figura 3. Además de disfrutar del trayecto, favorece la entrada de luz en la cabina y da sensación de amplitud [21].



Figura 3. Cabina Panorámica [22]

1.2 Definición de equipo de tracción de ascensor

Son equipos de izaje que trabajan bajo carga, como se indica en la Figura 4. Varía según sea la velocidad del ascensor, el servicio que puede prestar y la necesidad del cliente.



Figura 4. Equipo de tracción. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

1.2.1 Tipos de máquina de tracción

1.2.1.1 Motorreductor de corona y polea de tracción

Son sistemas formados por engranes tipo corona, que permite al motor trabajar a diferentes velocidades. Se utilizan para reducir la velocidad en sistemas mecánicos. Son motores silenciosos y la simplicidad de su diseño lo hace altamente confiable. Se puede colocar de forma vertical u horizontal, como se indica en la Figura 5. [23]

Es recomendable por su bajo costo y para su selección se toma en cuenta la carga neta de trabajo y el peso de cada persona.



Figura 5. Motorreductor de corona [24]

1.2.1.2 Tecele de cadena

Poseen una cadena fortificada cuya función es reducir y evitar la corrosión como se indica en la Figura 6. Se utiliza en cargas pequeñas y trabajos donde la precisión es un factor importante.

Trabajan a velocidades bajas, capacidad de carga pequeña y alto ruido provocado por los tecles de cable. Se selecciona cuando la carga no supera las 10 toneladas. No es recomendable de forma doméstica por su alto nivel de ruido [25].

Tabla 1. Tecele de cadena [26]

MODEL O	CAP. TON	LEVAN TE STD	ACCIONAMIE NTO CADENA PARA LEVANTAR UN METRO	TENSI ÓN EN CADEN A	Nº DE RAMAL ES	PESO NET O
HSZ - 0.5	0.5 Ton.	3 m	25 eslb.	24 N	1	9.5 Kg
HSZ - 1	1 Ton.	3 m	43 eslb.	29 N	1	13.5 Kg
HSZ - 2	2 Ton.	3 m	57 eslb.	35 N	2	21 Kg
HSZ - 3	3 Ton.	3 m	70 eslb.	36 N	2	26 Kg
HSZ - 5	5 Ton.	3 m	198 eslb.	34 N	2	43 Kg
HSZ - 10	10 Ton.	3 m	257 eslb.	35 N	3	66 Kg



Figura 6. Tecla de cadena [27]

1.2.1.3 Tecla de cable

Están formados por un cable de acero, que posee una resistencia muy alta y permite izar materiales de varias toneladas de peso como se indica en la Figura 7. Este cable se enrolla en un tambor para levantar la carga. Son ideales para trabajos con altas cargas y velocidades, sin embargo, produce un alto nivel de ruido [25].



Figura 7. Tecla de cable [28]

Tabla 2. Tipos de cable [26]

DIÁMETRO	CONSTRUCCIÓN	CARGA DE RUPTURA EN LBS	PESO (LBS)/1000 FT
1/16"	1 x 7	500	10
3/64"	7 x 7	270	5
1/16"	7 x 7	480	8
5/64"	7 x 7	650	12
3/32"	7 x 7	920	16
1/8"	7 x 7	1700	28
5/32"	7 x 7	2600	46
3/16"	7 x 7	3700	64
1/4"	7 x 7	6100	106
3/32"	1 x 19	1200	20
3/32"	7 x 19	1050	17
1/8"	7 x 19	2000	29
5/32"	7 x 19	2800	45
3/16"	7 x 19	4200	65
7/32"	7 x 19	5600	89
1/4"	7 x 19	7000	111
5/16"	7 x 19	9800	173
3/8"	7 x 19	14400	243

1.2.1.4 Hidráulico

Su accionamiento se logra por medio de una bomba acoplada a un motor eléctrico como se indica en la Figura 8. Se utiliza aceite como fluido de trabajo, el cual empuja a la cabina por medio del cilindro émbolo. Para su descenso utiliza la fuerza de gravedad en función del peso de la cabina.

No utiliza contrapesos ni estancias de máquinas en la parte superior. Está diseñado para edificaciones con poco espacio para el ascensor y tiene la desventaja de tener un alto consumo de energía [29].

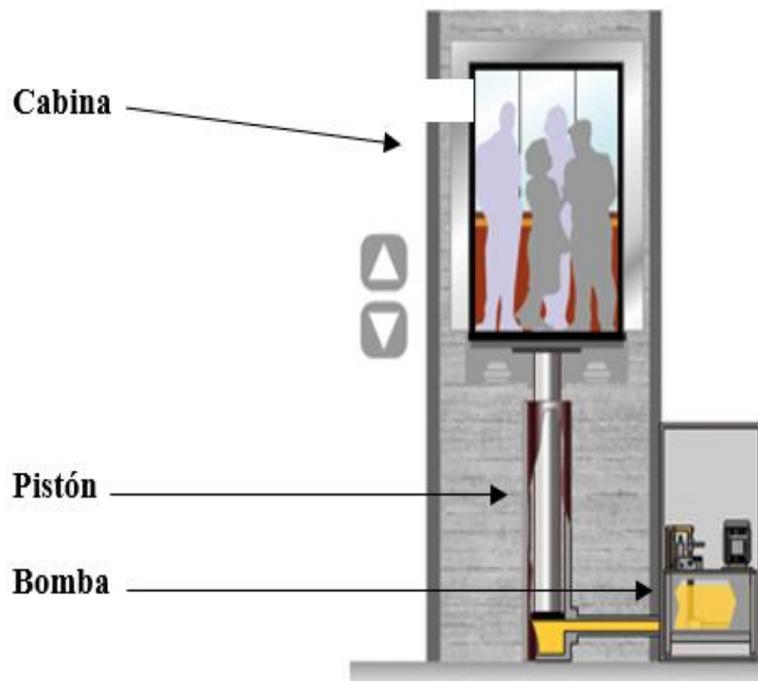


Figura 8. Partes de un ascensor hidráulico [5]

Tabla 3. Tabla comparativa de ascensor eléctrico y ascensor hidráulico

TABLA COMPARATIVA "TIPOS DE TRACCIÓN"		
OPERACIÓN	ELÉCTRICO	HIDRÁULICO
Velocidad	Mayores a 1 m/s	1 m/s
Paradas	Superior a 10	10
Ubicación del motor	Puede ser colocado en la parte superior del ascensor	Puede ser colocado en la parte inferior
Mantenimiento		
	Mayor desgaste a causa del rozamiento lo que provoca un mayor mantenimiento	El desgaste de las partes mecánicas es menor debido al fluido que circula
Forma de descender	El motor posee un reductor de velocidad	El descenso se lo realiza por la fuerza de gravedad
Estética	Puede diseñarse como panorámico, de media o cabina completa	Puede diseñarse como panorámico, de media o cabina completa
Estructura del edificio		
	La estructura del ascensor es robusta debido a tensiones ocasionadas por el motor	Las tensiones ocasionadas por el pistón permiten que la estructura no sufra tensiones innecesarias.
Precio de instalación	Mayor costo debido al material necesario para su construcción. Instalación compleja debido a un mayor número de componentes.	Menor costo al precisar de material más simple. Instalación simple al necesitar menos componentes.

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

1.2.1.5 Máquina para ascensor con contrapeso

Es el tipo de ascensor con menor consumo de energía eléctrica. Funciona con un sistema que consiste en la cabina, los cables y el contrapeso como se indica en la Figura 9. Posee la ventaja de ser más rápido y tener mayor estabilidad de la cabina que un ascensor hidráulico.

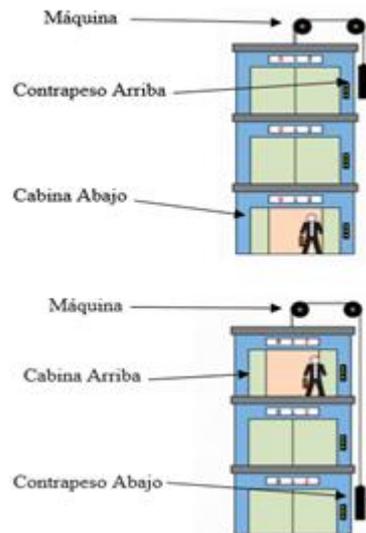


Figura 9. Funcionamiento de un ascensor con contrapeso [30]

1.2.1.6 Máquina de ascensor con doble rodillo

Está diseñado netamente para el uso de ascensores y cuenta con las normas de seguridad necesarias para su función. Tiene la ventaja de ser silencioso y obtiene velocidades aproximadas de 2.5 m/s, su parada es de forma pausada y precisa sin ocasionar movimientos bruscos dentro de cabina. A pesar de su simplicidad necesita de un cuarto de máquina que se puede colocar en la parte superior o inferior del pozo.

La desventaja de este equipo es su alto costo con otros sistemas de izaje. Sin embargo, una ventaja de este sistema es la seguridad y el sistema de desbloqueo de motor que posee, en caso que no exista energía eléctrica.

1.2.1.7 Máquina Gearless sobre cabina

Es una máquina que aporta un mayor confort de cabina como se indica en la Figura 10. Trabaja con un motor síncrono lo que permite tener una mejor precisión y nivelación en la cabina mejorando la comodidad al usuario. El motor gira a bajas revoluciones y ocasiona una eliminación de las vibraciones y ruidos en la estructura. Una de sus características es su alta velocidad de trayecto y trabajo bajo cargas elevadas. El sistema de frenos trabaja sobre el eje lo que permite una mayor seguridad y evita movimientos de la cabina en el ascenso.

La polea posee un diámetro pequeño, lo cual es ideal para edificaciones con poco espacio. Puede ser ubicado en el foso o en la parte superior de la cabina. La tecnología mencionada ahorra un 50 por ciento de consumo de energía respecto a maquinaria tradicional [31].



Figura 10. Máquina Gearless [32]

1.3 Pozo

El pozo de ascensor es un espacio vertical cerrado, principalmente de estructura metálica o en otros casos de hormigón y en cuyo interior se encuentran elementos mecánicos, eléctricos y de control, los cuales permiten que la cabina realice su recorrido.

Según la Norma CPE INEN 18:2000:

- El pozo contiene un sistema rígido que evite el mal uso del anclaje o sujeción de las guías, sin embargo el ascensor puede disponer de su propia estructura auto soportante.
- El pozo tiene una altura disponible para dar mayor seguridad en la parte superior de la cabina.
- Las paredes del pozo deben ser pintadas (blanqueadas) para facilitar los trabajos de instalación y mantenimiento.

1.3.1 Pozo de hormigón

Está compuesto por paredes rígidas, las cuales soportan todas las cargas del ascensor. Este tipo de pozo se lo encuentra en edificios donde fue programada la construcción de un ascensor durante la construcción del edificio. Normalmente, en este tipo de pozo por ser cerrado es recomendable utilizar cabina completa en el ascensor [33].

1.3.2 Pozo de estructura metálica

El Pozo metálico, es la solución interna o externa de estructura para la instalación de ascensores en caso de edificios donde no exista pozo interno de hormigón. La ventaja del pozo metálico es su tiempo de construcción, costo bajo, estética y su vista panorámica [33].

1.4 Fosa

La Fosa de ascensor es la parte inferior del recinto, por debajo de la última parada, su suelo debe ser liso, completamente a nivel y sin irregularidades.

Según la norma CPE INEN 18:2000 [34]:

- La fosa dispone de un espacio mínimo de seguridad entre la cabina y el pozo por tanto se necesita el uso de amortiguadores.
- La fosa debe ser construido con materiales impermeabilizantes y debe disponer de sistemas de drenaje que impidan la acumulación de agua.

- El fondo de la fosa debe tener una garantía de cargas y soporte realizada por el fabricante.

1.5 Velocidades del ascensor

Es el factor que depende de la altura que va a desplazarse, dependiendo del caso se dividen en ascensores de alta y baja velocidad. Gran parte de los ascensores en edificaciones menores a 9 pisos son eléctricos o hidráulicos, en los cuales se alcanza una velocidad de 1 m/s en la de baja y 2.5 m/s en los de alta velocidad.

En edificios mayores a los 10 pisos se utilizan únicamente ascensores eléctricos que pueden alcanzar velocidades superiores a 2.5 m/s y menores a 10 m/s siendo estos los de muy alta velocidad. En ascensores de viviendas o para personas con discapacidad es aconsejable una velocidad de 1 m/s o menor, siendo estos de muy baja velocidad.

1.6 Sistemas de control

El control del ascensor se realiza con sistemas electrónicos que regulan la dirección del movimiento de la cabina y la selección automatizada del piso en el que se desea detener.

1.6.1 Control electrónico PLC

Los Controladores Lógicos Programables, más conocidos como PLC, sirven para automatizar procesos electromecánicos, como se indica en la Figura 11 [33]. Los PLC son utilizados en diferentes industrias y máquinas. Son diseñados para dar señales de entrada, salida, rangos de temperatura, ruido eléctrico y resistencia a la vibración. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en memorias no volátiles [35].



Figura 11. PLC del ascensor [36].

1.6.2 Control electrónico relés

Son dispositivos electromagnéticos que trabajan como interruptores controlados por un sistema eléctrico. Con el uso de una bobina y un electroimán se acciona un sistema de contactos que permiten maniobrar circuitos eléctricos independientes. [37].

1.6.3 Finales de carrera

Su objetivo es detener el ascensor cuando exista un defecto de funcionamiento en la parada superior o inferior del ascensor. Trabajan en las partes extremas antes de tener el contacto con los amortiguadores [38].

Los interruptores deben ser mecánicos y su accionamiento debe obligar a la separación de los contactos como se indica en la Figura 12. Se instalan en las guías a continuación de los dispositivos que provocan las paradas de la cabina.

La norma obliga a los finales de carrera a:

- Interrumpir la conexión entre el circuito y el freno
- Se abre el dispositivo Abrir por un dispositivo eléctrico de seguridad los circuitos que alimentan las bobinas de dos contactores que se encuentren en serie con los circuitos que alimenten al motor y freno [38].



Figura 12. Finales de carrera [39]

1.7 Botoneras

Es el espacio donde se localizan los pulsadores que se encuentran en la cabina, como se indica en la Figura 13. Son los que dan la señal para que el ascensor se desplace y poseen colores visibles y en ciertos casos contienen caracteres en braille y altorrelieve.



Figura 13. Botoneras del ascensor [36]

1.8 Tablero de control eléctrico

Es el espacio donde se encuentra la parte eléctrica y electrónica del ascensor. En la actualidad los controles para ascensores trabajan como microprocesadores.

La utilización de algún tipo de algoritmo permite automatizar las operaciones y dar respuesta a las llamadas de los diferentes equipos en operación [38].

Estos cuadros electrónicos tienen un sistema que comunica los errores. De esta manera cualquier avería se indica en la pantalla con un código relacionado al problema que ha sufrido el sistema, Figura 14.



Figura 14. Tablero de control eléctrico. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

1.9 Sistemas de seguridad

Un ascensor tiene varios dispositivos de seguridad para evitar cualquier riesgo de accidentes. En el momento que algún dispositivo falla, el ascensor se detiene. Todos los ascensores poseen contactos en las puertas exteriores, puertas de cabina, contacto de rotura de cables, de disparo de polea del limitador superior, de aflojamiento de cable en polea de limitador inferior y de acuñamiento en cabina. En el instante que un contacto falla el ascensor se detiene presentando una alerta de fallo [40].

1.9.1 Alarma de emergencia

Este tipo de pulsadores se encuentran en las botoneras de la cabina. Están equipados con testigos luminosos que indican a las personas con deficiencia auditiva que la llamada de emergencia ha sido activada [41].

1.9.2 Intercomunicador

Es una conexión que permite facilitar la comunicación con la persona que se encuentre dentro de la cabina. Este sistema se activa una vez que la alarma de emergencia entra en funcionamiento [42].

1.9.3 Señales visuales

Es un sistema de señalización visual que indica la planta y sentido de desplazamiento en la que está situado el ascensor. Se ubican en las puertas de los dispositivos [43].

1.9.4 Señales auditivas

Este ascensor posee un sistema de señalización sonoro que indica la apertura y cierre de puertas. El sistema presenta una alarma de aviso de parada y desplazamiento [43].

1.9.5 Iluminación

El sistema de iluminación se sitúa fuera del rango de visión [43].

1.10 Soldadura

La soldadura es un proceso de fijación en donde se realiza la unión de dos o más piezas de un material. Este proceso ocurre cuando se realiza la fundición de las piezas a soldar y el material de aporte. Al enfriarse se convierte en una unión fija que se denomina cordón, formando las piezas fundidas en un solo cuerpo [44].

Para la construcción de la estructura y cabina del proyecto del ascensor en la residencia del señor Pablo Moreta en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas, se utilizará un acero A-36 el cual es una aleación de acero al carbono. Para soldar este tipo de acero se puede utilizar los electrodos AWS E6013, AWS E7018 o AWS E6011.

1.10.1 AWS E6013

Este electrodo es caracterizado por una escoria fácil, baja emisión de humo, trabaja en todas las posiciones y es utilizado donde el encendido y estabilidad del arco es importante. Es un electrodo que se recomienda para soldar láminas delgadas de metal y en general todo acero dulce. Se compone químicamente de:

- Carbono 0.11 %
- Manganeso 0.40 %
- Silicio 0.22 %

- Fósforo 0.015 %
- Azufre 0.010 %

Tabla 4. Amperaje recomendado para electrodo E6013 [45]

CÓD. SAP	REF. AWS	REF. PROV.	DIÁMETRO ELECTRODO		LONGITUD ELECTRODO		AMPERAJE	
			plg	mm	plg	mm	min	máx.
2000046	E 6013	E 6013	3/32"	2.4	12	300	40	90
2000039	E 6013	E 6013	1/8"	3.2	14	350	80	120
2000038	E 6013	E 6013	5/32"	4	14	350	110	160
2001350	E 6013	E 6013	3/32"	2.4	12	300	40	90
		(1 Kg)						
2000810	E 6013	E 6013	1/8"	3.2	14	350	80	120
		(1 Kg)						
1028714	E 6013	E 6013	5/32"	4	14	350	110	160
		(1 Kg)						

1.10.2 AWS E7018

El electrodo 7018 tiene bajo contenido de hidrógeno y es muy resistente a la humedad. Se utiliza para soldaduras que se someten a severos controles radiográficos. Se utiliza en los astilleros y trabaja en todas las posiciones. Es recomendable para aceros estructurales de baja aleación, reparación de buques, equipos de minería, estructuras, tuberías, tanques a presión y calderas. Su almacenamiento debe ser en temperatura superiores a los 20° C y menores a los 60°C.

Tabla 5. Amperaje recomendado para electrodo E7018 [45].

CÓD. SAP	REF. AWS	REF. PROV.	DIÁMETR O		LONGIT UD		AMPERA JE	
			ELECTRO DO		ELECTR ODO			
			plg	mm	plg	mm	mi	máx. n
2000121	E 7018	E 7018 RH	3/32"	2.4	12	300	70	120
2000122	E 7018	E 7018 RH	1/8"	3.2	14	350	80	120
2000123	E 7018	E 7018 RH	5/32"	4	14	350	140	200
2000124	E 7018	E 7018 RH	3/16"	4.8	14	350	200	275
2000125	E 7018	E 7018 RH	1/4"	6.4	18	450	275	400
1030484	E 7018	E 7018 RH	1/8"	3.2	14	350	80	120
1030485	E 7018	E 7018 RH	5/32"	4	14	350	140	200
2000582	E 7018	E 7018 RH	1/8"	3.2	14	350	80	120
		(1 Kg)						
1028902	E 7018	E 7018 RH	3/32"	2.4	12	300	70	120
		(1 Kg)						
1028903	E 7018	E 7018 RH	5/32"	4	14	350	140	200
		(1 Kg)						

1.10.3 AWS E6011

El electrodo 6011 posee un revestimiento de tipo celulósico diseñado para ser usado con corriente alterna y con corriente continua. La rápida solidificación del metal depositado facilita la soldadura en posición vertical y sobre cabeza. Se caracteriza dicho electrodo para soldar aceros dulces o al carbono en toda posición.

Tabla 6. Amperaje recomendado para electrodo E6011 [45]

CÓD. SAP	REF. AWS	REF. PROV.	DIÁMETRO ELECTRODO		LONGITUD ELECTRODO		AMPERAJE	
			plg	mm	plg	mm	min	máx.
2000093	E 6011	E 6011	3/32"	2.4	12	300	50	90
2000094	E 6011	E 6011	1/8"	3.2	14	350	80	120
2000095	E 6011	E 6011	5/32"	4	14	350	110	160
2000096	E 6011	E 6011	3/16"	4.8	14	350	160	220
1030482	E 6011	E 6011	1/8"	3.2	14	350	80	120
1030483	E 6011	E 6011	5/32"	4	14	350	110	160
2000459	E 6011	E 6011 (1 Kg)	1/8"	3.2	14	350	80	120

1.11 Ascensores para discapacitados

En la actualidad, existen ascensores que han sido diseñados, especialmente, para atender a cualquiera de las necesidades de una persona con discapacidad. Consiste en cabinas que disponen de medidas suficientes y adecuadas para que en estas pueda salir y entrar una silla de ruedas con plena comodidad, así como un acompañante.

Su velocidad de recorrido es lenta por seguridad del ocupante y también están adaptadas para personas con otro tipo de limitaciones motrices, auditivas o visuales.

1.11.1 Dimensiones de un ascensor para una persona con discapacidad.

Las dimensiones mínimas de los ascensores para personas que con discapacidad son de 1.25 metros de fondo y 1 metro de ancho. Si se aplican estas dimensiones en la construcción de un ascensor, este tendrá la capacidad necesaria para una persona que utilice una silla de ruedas en sus desplazamientos.

Se pueden emplear también otras medidas como por ejemplo 1.40 metros de fondo y 1.10 metros de ancho, en los casos en los que el ascensor se utilice por una persona en silla de ruedas y un acompañante. La cabina tendrá un pasamano perimetral situado a una altura de 0.90 metros desde el piso.

Las cabinas pequeñas de silla de ruedas, no pueden hacer un giro de 360° (Ø 1.5 metros), es necesario que trabaje un espejo en la parte frontal. Esto evitará algún daño a la hora de salir de la cabina. La altura del borde inferior del espejo está entre los 0.30 y 0.90 metros como se indica en la Figura 15.

1.12 Ascensor diseñado para el señor Pablo Moreta en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas

El ascensor será diseñado para el señor Pablo Moreta, persona con discapacidad en sus extremidades inferiores y cuya residencia se encuentra en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas. El ascensor posee 3 paradas, contiene un pozo externo metálico el cual será anclado a la casa y sus bases al piso de la fosa recubierto de hormigón. Dicha estructura tendrá un cuarto de máquinas en la parte superior por motivo de espacio. Su construcción está basada en la Norma Ecuatoriana CPE. INEN 18:2000. La fotografía 15 ubicada en los anexos presenta la construcción y forma de la estructura que fue elaborada en los talleres mecánicos.

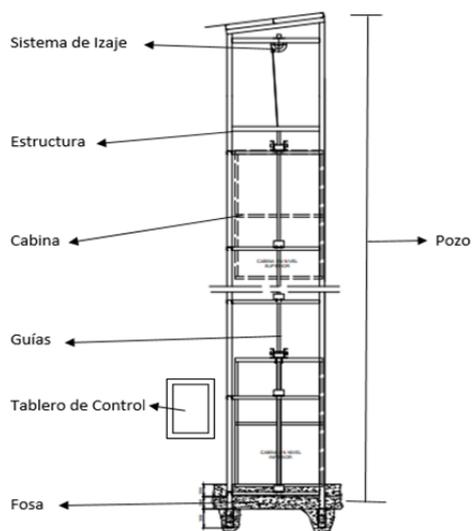


Figura 15. Partes que conforman el elevador para una persona con discapacidad en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas, diseñado para el señor Pablo Moreta. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

CAPITULO II

ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

2. Introducción

El diseño y construcción de un ascensor se fundamenta en mejorar la movilización del señor Pablo Moreta que posee una discapacidad en sus extremidades inferiores. Su lugar de residencia se encuentra en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas, en la urbanización El Portón del Consejo Provincial. Los parámetros de diseño se respaldan en la Norma Ecuatoriana CPE INEN 18:2000.

Para el análisis y selección de alternativas, se tendrá en consideración lo siguiente:

a) Tipo de máquina

- Tracción mediante Tecla de cable.
- Tracción mediante Máquina de ascensor.

b) Tipo de cabina

- Cabina de paredes completas.
- Cabina de paredes a media altura.

2.1 Análisis de alternativas de tipo de máquina

Se realiza la comparación del sistema de tracción mediante tecele de cable y máquina de ascensor. Estos sistemas tienen diferentes características, pero cumplen la misma función de mover una carga de un lugar a otro de forma vertical con un factor de seguridad adecuado. El equipo de tracción que cumpla con la mayor cantidad de ventajas para el proyecto será el elegido.

2.1.1 Alternativa A. Tracción mediante tecele de cable

El sistema está compuesto por un tecele de cable, el cual posee un rodillo interno donde se enrolla el cable de ascensor, este tipo de tecele suele ser elegido para ser aplicado en proyectos donde se requiera abaratar costos.

Ventajas

- Menor costo del sistema.
- No necesita contrapeso.
- Se utiliza para todo tipo de cargas.

Desventajas

- Alto índice de ruido debido al enrollamiento del cable.
- No posee sistema de desbloqueo de motor al quedarse sin energía.
- Tiende a saltar la cabina por el mal enrollamiento de cable.
- Alto índice de rotura del cable por el desgaste del mismo.

2.1.2 Alternativa B. Tracción mediante máquina de ascensor de 2 rodillos

La máquina de ascensor se encuentra diseñada específicamente para el uso en ascensores, cuenta con todas las normas de seguridad necesarias para su función. Es silencioso y considerado de alta velocidad, obteniendo valores de 2.5 m/s y siendo su parada de la forma más pausada y precisa sin ocasionar movimientos bruscos dentro de cabina.

Ventajas

- Mayor velocidad de la máquina.
- Parada de la cabina pausada.
- Silenciosa.

- Alta seguridad.

Desventajas

- Mayor costo del equipo.
- Requiere mayor espacio.

2.2 Factor de ponderación

Se tendrá 4 factores para ser analizados, a los cuales se les valorará en un rango de 1 a 5, el factor de ponderación afectará a las 2 alternativas de igual manera.

Tabla 7. Tabla de ponderación – tipo de equipo

FACTOR	DENOMINACIÓN	DETALLE
1	Irrelevante	Sin importancia, no dependen vidas humanas, ni afecta en ningún sentido algún cambio.
2	Poco considerable	No tiene mucha importancia, no se lo considera para toma de decisiones.
3	Moderado	Tiene un nivel medio de importancia, tiene la posibilidad de afectar en el proyecto a largo plazo.
4	Importante	Tiene importancia, algún mínimo cambio afecta a todo el proyecto.
5	Muy Importante	Depende de esté vidas humanas, no puede tener algún cambio por ningún motivo.

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

2.3 Factores de análisis

Los factores que serán analizados son:

- Costo.
- Facilidad de Instalación.
- Facilidad de Mantenimiento.
- Seguridad.

2.4 Costo

De este factor depende el costo del equipo, tomando en cuenta el tipo de materiales y los tiempos estimados de fabricación. Se optará por la alternativa con el mejor costo de fabricación y mayor seguridad al usuario.

Factor de Ponderación: 3

2.5 Facilidad de instalación

La facilidad de instalación se considera para el montaje del equipo, el número de elementos por los que está compuesto el ascensor, la dificultad para ser instalados y su manera de ensamble, cumpliendo con las características deseadas.

Factor de Ponderación: 4

2.6 Facilidad de mantenimiento

La facilidad de mantenimiento se considera en cada elemento que conforma el ascensor, analizando el funcionamiento adecuado de cada uno de ellos y obteniendo un resultado de costos vs tiempo de mantenimiento. Se toma en cuenta el tiempo de mantenimiento y su costo.

Factor de Ponderación: 4

2.7 Seguridad

La seguridad es uno de los elementos más importantes que debe poseer un ascensor. Como se trata de un sistema que trabaja con vidas humanas, su factor de ponderación es alto.

Factor de Ponderación: 5

2.8 Tabla de valoración de calificaciones

A cada uno de los parámetros que están siendo evaluados se los calificará según la Tabla 8.

Tabla 8. Tabla de valores de calificación – tipo de máquina

CANTIDAD	DETALLE	SIGNIFICADO
0	Muy Malo	Resulta desfavorable, no es como debería ser, tiene efecto negativo.
2	Malo	Produce disgusto o molestia, está en desacuerdo con el proyecto.
4	Moderado	No es extremado, no implica grandes cambios buenos o malos.
6	Bueno	Es aceptable desde cierto punto de vista, tiene un efecto positivo.
8	Muy Bueno	Es favorable, pose un punto de vista satisfactorio, es adecuado.
10	Excelente	Es completamente satisfactorio, es apreciable, sobresale en beneficios con respecto a las demás opciones.

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

2.9 Calificación y selección de alternativas del tipo de máquina

Tabla 9. Evaluación del tipo de máquina

CALIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS						
DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DEL TIPO DE MÁQUINA					
ALTERNATIVA	TIPO DE EQUIPO	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	ALTERNATIVA A
	DETALLE	F. DE POND.	DE CALIF.	SUB T	CALIF.	SUB T
CRITERIOS	COSTO	3	10	30	8	24

FACILIDAD DE INSTALACIÓN	4	8	32	8	32
FACILIDAD DE MANTENIMIEN TO	4	8	32	8	32
SEGURIDAD	5	6	30	10	50
TOTAL			124		138

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

Considerando el resultado de calificación de la Tabla 9, se opta por la alternativa B, la cual es una máquina de tracción para un ascensor de dos rodillos.

2.10 Análisis de alternativa del tipo de cabina

La cabina a ser elegida debe cumplir la función de transportar a una persona con discapacidad brindando la seguridad adecuada. Con las respectivas medidas de espacio y basada en la Norma Ecuatoriana CPE INEN 18:2000 se da paso a la elaboración del proyecto.

2.10.1 Alternativa A: Cabina con paredes completas

La estructura de la cabina completa tiene una mayor sujeción en las rieles porta guías, está compuesta por una armadura equidistante en forma rectangular. Las paredes internas son completamente cubiertas sin tener una vista al exterior de la cabina.

a) Ventajas

- Es panelada en sus cuatro lados.
- Se utiliza en edificaciones sin vista panorámica.
- Posee una mejor estética interior.

- Mayor seguridad con el exterior.

b) Desventajas

- No posee vista panorámica
- No recomendada para personas con claustrofobia.
- Costos elevados por sus componentes de aislamiento
- En caso de emergencia o incendio es cerrada.

2.10.2 Alternativa B: Cabina de paredes a media altura

Esta estructura es considerada como la más económica, posee una armadura a media altura, por lo que sus paredes igualmente se encuentran al mismo nivel. Esta cabina es de fácil mantenimiento y fácil montaje, tiene una vista panorámica y es utilizada mayormente en ascensores domésticos o para transportar carga.

a) Ventajas

- Bajo costo de instalación.
- Se utiliza en edificaciones de pocos pisos.
- Facilidad de mantenimiento.

b) Desventajas

- Es descubierto, para ser ocupada en exteriores requiere de un techo
- Menor factor de seguridad

2.11 Factor de ponderación

Se analizan 4 factores, los cuales se les valorará en un rango de 1 a 5, el factor de ponderación afectará a las 2 alternativas de igual manera.

- 1 - irrelevante
- 2 - poco considerable
- 3 - moderado
- 4 - importante
- 5 - muy importante

Este factor se lo determina en la Tabla 10.

Tabla 10. Tabla de ponderación – tipo de cabina

FACTOR	DENOMIN.	DETALLE
1	Irrelevante	Sin importancia, no dependen vidas humanas, ni afecta en ningún sentido algún cambio.
2	Poco considerable	No tiene mucha importancia, no se lo considera para toma de decisiones.
3	Moderado	Tiene un nivel medio de importancia, tiene la posibilidad de afectar en el proyecto a largo plazo.
4	Importante	Tiene importancia, algún mínimo cambio afecta a todo el proyecto.
5	Muy Importante	Depende de esté vidas humanas, no puede tener algún cambio por ningún motivo.

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

2.12 Factores de análisis

Los factores que son analizados son:

- Estética.
- Seguridad.
- Costo.
- Facilidad de Mantenimiento.

2.13 Estética

Se considerará el tipo de cabina con mejor apariencia y la más útil. Debe tener buenos acabados teniendo en cuenta normas de seguridad y costos bajos.

Factor de Ponderación: 4

2.14 Seguridad

La seguridad es uno de los elementos más importantes que debe poseer la cabina, tomando en cuenta que estamos tratando con vidas humanas, este debe tener todas

las normas de seguridad para su funcionamiento basado en parámetros propuestos por la Norma Ecuatoriana CPE INEN 18:2000.

Factor de Ponderación: 5

2.15 Costo

Este factor implica que el proyecto obtenga un costo adecuado para la fabricación, tomando en cuenta los requerimientos de seguridad que se necesita en la cabina del ascensor.

Factor de Ponderación: 3

2.16 Facilidad de mantenimiento

Se analiza la facilidad y el tipo de mantenimiento que necesita cada uno de los elementos que componen la cabina.

Factor de Ponderación: 4

2.17 Tabla de valoración de calificaciones

A cada uno de los parámetros que se evalúan, obtienen una calificación para dar paso a los criterios de decisión. Para este caso se considera la mejor alternativa de construcción optando por la siguiente lógica:

Tabla 11. Tabla de calificaciones – tipo de cabina

CANTIDAD	DETALLE	SIGNIFICADO
0	Muy Malo	Resulta desfavorable, no es como debería ser, tiene efecto negativo.
2	Malo	Produce disgusto o molestia, está en desacuerdo con el proyecto.
4	Moderado	No es extremado, no implica grandes cambios buenos o malos.

6	Bueno	Es aceptable desde cierto punto de vista, tiene un efecto positivo.
8	Muy Bueno	Es favorable, pose un punto de vista satisfactorio, es adecuado.
10	Excelente	Es completamente satisfactorio, es apreciable, sobresale en beneficios con respecto a las demás opciones.

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

2.18 Calificación y selección de alternativas del tipo de cabina

Tabla 12. Evaluación del tipo de cabina

CALIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS						
DESCRIP	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DEL TIPO DE CABINA					
ALTERN AT.	TIPO DE EQUIPO	ALTERNATIVA A			ALTERNATIVA B	
	DETALLE	F. DE POND.	CALI F.	SUBTOT AL	CALI F.	SUBTOT AL
	ESTÉTICA	4	10	40	8	32

CRITERIOS	SEGURIDAD	5	10	50	6	30
	COSTO	3	6	18	8	24
	FACILIDAD	4	8	32	8	32
	DE					
	MANTENIMIENTO					
	NTO					
	TOTAL			140		118

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

Considerando el resultado en la calificación en la Tabla 10, en el presente proyecto se optará por la Alternativa A, que es la opción de cabina con paredes completas, pero una pared será a media altura y cerrada con vidrio para obtener una vista panorámica por sugerencia del auspiciante.

CAPITULO III

DISEÑO

3. Introducción

En el presente capítulo se detalla los cálculos, dimensionamiento y selección de materiales que conforman el ascensor. Se desarrolla el análisis estructural bajo parámetros de deflexión en vigas y compresión en columnas. Para el diseño y selección de perfiles se utiliza los parámetros de la AISC (American Institute of Steel Construction).

3.1 Tipos de cargas

3.1.1 Cargas muertas

Son las cargas permanentes del sistema: la estructura, la cabina y el motor.

3.1.2 Cargas vivas

Corresponden a cargas gravitacionales por la ocupación normal de la estructura y que no son permanentes en ella, la característica de movilidad y no permanencia de esta carga permite que el grado de incertidumbre sea mayor [46]. Estas cargas son: personas, cargas extras como objetos, materiales y cuerpos que acompañan a los usuarios.

3.1.3 Carga total

Es la suma de las cargas vivas y cargas muertas del sistema.

No se considera otras cargas adicionales como de viento, la ubicación y construcción del proyecto no amerita el estudio de las mismas.

3.1.4 Carga extra de seguridad

Este valor corresponde a las cargas que el diseñador cree conveniente tomarla en cuenta para su construcción. Pueden ser cargas vivas o cargas muertas que con el tiempo pueden aumentar el peso total del diseño, por efecto o modificación, como el cambio de una sección de la cabina o un aumento desmedido de una carga extra.

3.1.5 Tipo de cargas en la cabina

Tabla 13. Cargas vivas en la cabina

CARGAS VIVAS	
2 personas	150 Kg
Carga extra	50 kg
total	200 kg

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

Tabla 14. Cargas muertas en la cabina

CARGAS MUERTAS	
CARGA ADICIONAL DE DISEÑO	
Peso de la cabina	200 Kg
Carga extra para seguridad	150 kg
Total	350 kg

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

Tabla 15. Carga total de la cabina

CARGA TOTAL	
Cargas vivas	200 Kg
Cargas muertas	350 kg
Total	550 kg

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

3.2. Diseño de cabina

En la Figura 16 se indica las partes principales de la cabina. La estructura está formada por tensores y vigas, cuyo análisis es importante realizar en las partes mencionadas. Se realiza el estudio en dichos elementos por que las cargas externas ejercidas por elementos de tracción, peso de las personas, cargas vivas y cargas muertas de la estructura se consideran para la selección y diseño de la misma.

3.2.1 Partes de la cabina

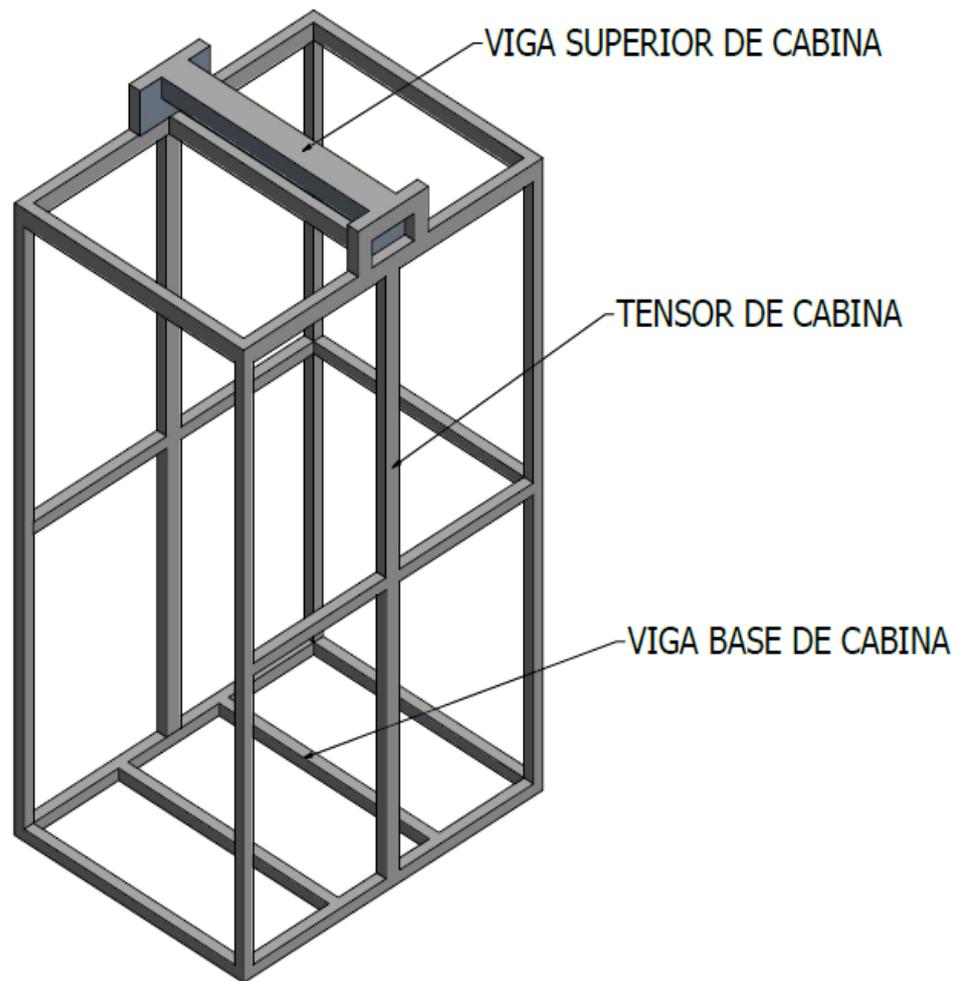


Figura 16. Perfiles principales de la cabina. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

El equipo de tracción que se encuentra conectado a la cabina posee dos poleas, los cuales están suspendidos por dos cables que ejercen tensión sobre la viga de la estructura. La Figura 17 presenta el diagrama de la cabina con las cargas que actúa sobre ella.

Se observa que la cabina tiene una masa de 550 kg debido a la sumatoria de cargas vivas y muertas y se encuentra conectada a dos cables a los rodillos del motor.

$$T1 = T2 \quad (1)$$

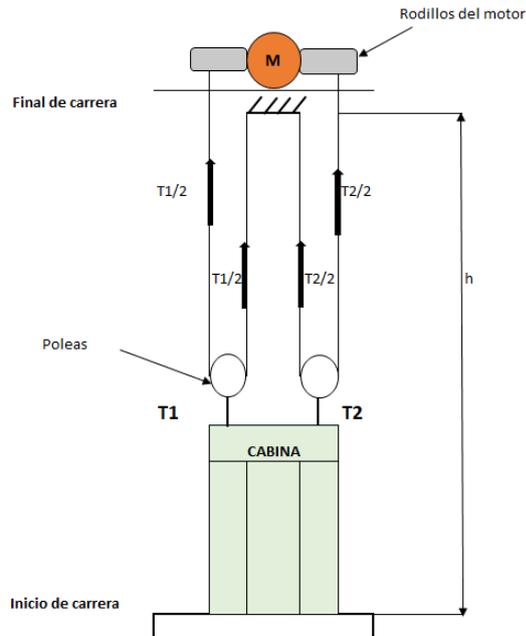


Figura 17. Diagrama de la cabina. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

T1 y T2: Tensiones

M: equipo de tracción

W: Carga total de la cabina.

3.2.2 Cálculo de la velocidad

Para conocer la velocidad máxima del ascensor se necesita su distancia (d) que recorre y el tiempo (t) que es de 32 segundos.

En función de la ecuación que se muestra a continuación se conoce la velocidad del ascensor.

$$V = \frac{d}{t} = \frac{6.10 \text{ m}}{32 \text{ s}} = 0.19 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (2)$$

Donde:

V: velocidad del ascensor en m/s.

t: tiempo que demora el ascensor en realizar su traslación en segundos.

d: distancia que recorre el ascensor en metros.

Por lo tanto la velocidad del ascensor para el diseño es de 0.19 m/s.

3.2.3 Cálculo de la aceleración



Figura 18. Velocidad vs. tiempo. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

Tramo de 0 seg a 2 seg

$$a = \frac{V_f - V_i}{t_f - t_i} = \frac{0.19 - 0}{2 - 0} = 0.095 \frac{m}{s^2} \quad (3)$$

Tramo de 30 seg a 32 seg

$$a = \frac{V_f - V_i}{t_f - t_i} = \frac{0 - 0.19}{32 - 30} = -0.095 \frac{m}{s^2} \quad (4)$$

Donde:

a: aceleración en m/s^2

V_f : velocidad final del ascensor en m/s

V_i : velocidad inicial con la que se encuentra el ascensor a la partida en m/s

t_f : tiempo final del recorrido en segundos.

t_i : tiempo inicial del ascensor en s.

3.2.4 Cálculo de tensión de los cables de la cabina

La Figura 17 presenta un diagrama de los cables de la cabina.

Donde:

$$T=T1=T2$$

T: tensión en los cables

Cuando asciende la cabina

$$+\uparrow \Sigma Fy = ma$$

$$2T - W = ma$$

$$2T - mg = ma$$

$$T = \frac{m(a+g)}{2} = \frac{550 \text{ kg}(0.01\frac{m}{s^2}+9.8\frac{m}{s^2})}{2} = 2697 \text{ Kg} \frac{m}{s^2} \quad (5)$$

Donde:

W: peso de la cabina

m: masa en kg

a: aceleración en $\frac{m}{s^2}$

g: gravedad

En conclusión para el diseño se opta el valor de 2697 N debido que la tensión es mayor cuando la cabina arranca en ascenso.

3.2.5 Diseño de viga superior de cabina

Para la selección de materiales que forman la cabina es necesario entender las cargas que se aplican, conocer su valor de longitud y tipo de empotramiento como se indica en la Figura 19. Se realiza un diagrama del elemento para conocer sus reacciones, sus máximo esfuerzo cortante y momento flector.

- Longitud: 900 mm
- Carga total: 550 kg = 5390 N
- Número de vigas: 1

- Empotramiento en sus extremos

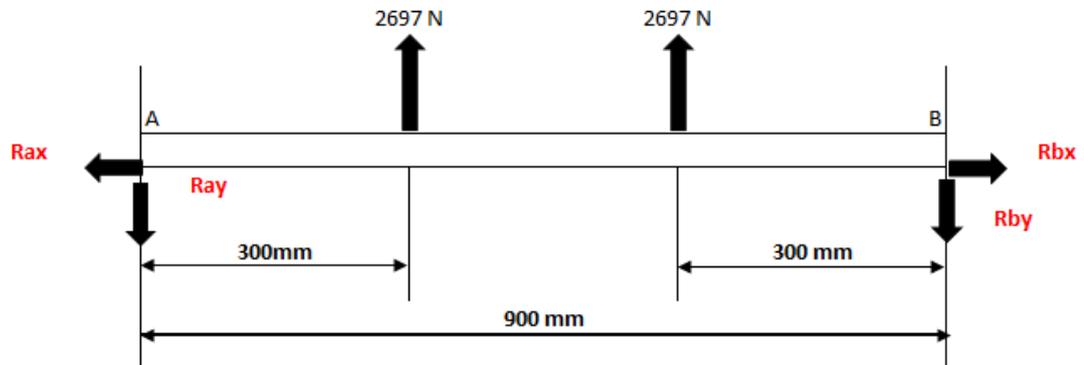


Figura 19. Diagrama de cargas – viga superior de cabina. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

$$T = 2697 \text{ N}$$

$$+ \rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$+\uparrow \Sigma F_y = ma$$

$$-R_{ay} - R_{by} + 2T = 0$$

$$R_{ay} = 2T - R_{by}$$

$$+\uparrow \Sigma M_a = 0$$

$$-R_{ay}(0) + P(0.3) + P(0.6) - R_{by}(0.9) = 0$$

$$+2697N(0.3) + 2697(0.6) - R_{by}(0.9) = 0$$

$$+809.1N + 1618.2N - R_{by}(0.9) = 0$$

$$R_{by} = 2697 \text{ N} \tag{6}$$

Reemplazo (2) en (1)

$$R_{ay} = 2(2697)N - 2697 \text{ N}$$

$$R_{ay} = 2697 \text{ N} \tag{7}$$

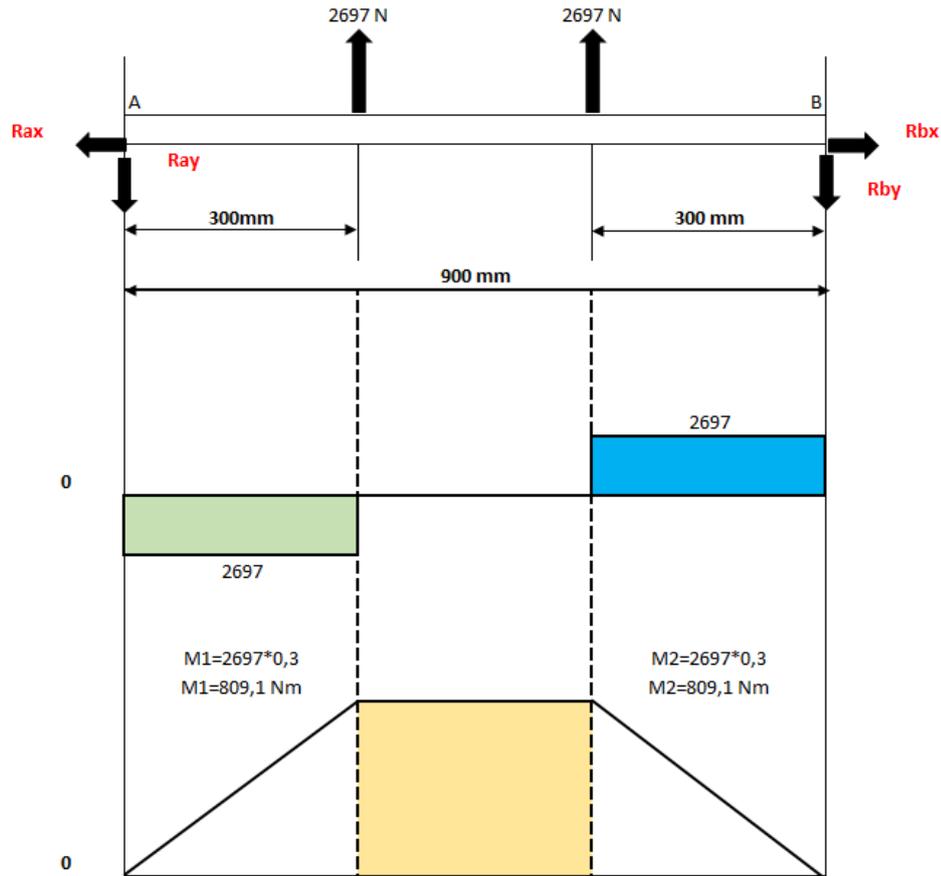


Figura 20. Diagrama de fuerza cortante y momento flector. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

De la Figura 20 podemos concluir que:

$$\text{Fuerza Cortante:} \quad V = P = 2697 \text{ N} \quad (8)$$

$$\text{Momento Flector:} \quad M_1 = 2697 \cdot 0,3 = 809,1 \text{ Nm} \quad (9)$$

$$M_2 = 2697 \cdot 0,3 = -809,1 \text{ Nm} \quad (10)$$

- Diagrama para vigas con cargas iguales manual AISC

La utilización del manual AISC (American Institute of Steel Construction) permite conocer el comportamiento del elemento sometido a flexión y seleccionar una viga basada en el tipo de carga. Para el caso de la viga superior se obtiene un diagrama de dos cargas concentradas como indica la Figura 21.

9. SIMPLE BEAM—TWO EQUAL CONCENTRATED LOADS SYMMETRICALLY PLACED

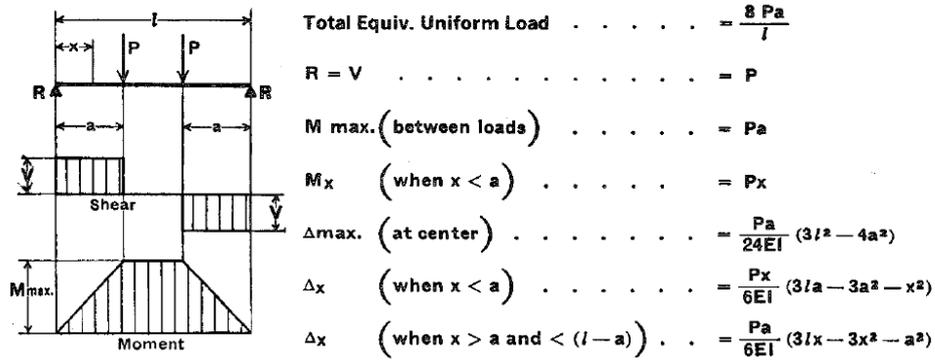


Figura 21. Viga simple – con cargas concentradas simétricamente [47]

Para la selección de la viga se considera que:

$$fbx = Fbx \quad (11)$$

fbx: Esfuerzo real

Fbx: Esfuerzo admisible

Sy: Esfuerzo de fluencia

Mx: Módulo flector x

Sx: Módulo de la sección en x

$$Fbx = 0,66 Sy$$

$$fbx = \frac{Mx}{Sx} = Fbx$$

$$Sx = \frac{Mx}{Fbx} \quad (12)$$

- **Cálculo del momento flector AISC**

La carga total de 550 kg multiplicada por la fuerza de gravedad es igual a 5390 N, para calcular el momento máximo se trabaja con el valor de 2697 N, valor obtenido de la tensión ejercida cuando la cabina arranca en ascenso.

Para el cálculo del momento máximo sometido a flexión se utiliza la siguiente ecuación:

$$M_{\text{máx}}: P \cdot a \quad (13)$$

P : carga

a : distancia

$$\text{Carga máxima} = 550 \text{ kg} \left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) = 5390 \text{ N}$$

$$M_{\text{máx}} = 2697 \text{ N} \cdot 0,3 \text{ m}$$

$$M_{\text{máx}} = 809.1 \text{ Nm} = 7,161 \text{ Klb} - plg$$

$$S_x = \frac{M_x}{F_{bx}}$$

$$F_x = 0,66 S_y = 0,66(36 \text{ Ksi}) = 23,76 \text{ Ksi}$$

$$S_x = \frac{7,161 \text{ Klb} - plg}{23,76 \text{ Ksi}} = 0.30 plg^3 = 4.92 \text{ cm}^3 \quad (14)$$

Tabla 16. Características del perfil para la viga superior

H (mm)	B (mm)	e (mm)	Sx (cm ³)	Peso (kg/m)
100	60	4.00	25.6	6.44
100	50	4.00	22.6	5.81
100	50	2.00	12.3	3.02

Perfiles C - Largo normal: 6 metros

Norma de fabricación : NTE INEN 1623 - Catálogo IPAC

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

Al obtener el módulo de sección 4.92 cm^3 los perfiles que superen este valor son aptos para la construcción de la cabina, sin embargo, como diseñador se debe tener en cuenta el valor de la cabina el peso deseado y disponibilidad de los materiales en el mercado nacional. Se concluye como alternativa escoger un perfil C 100x50x2 por su módulo de sección, peso del material y disponibilidad por parte del auspiciante.

3.2.6 Diseño de tensores de cabina

Los tensores actúan a tensión en la cabina, se considera los parámetros que se indica a continuación y se realiza un diagrama del tensor como se indica en la Figura 22.

- Altura: 2000 mm con un acero A-36
- Carga $P = Ray = 2697 \text{ N}$ valor obtenido de la tensión que se ejercen en los cables cuando la cabina está en ascenso.
- Número de tensores: 2
- Empotramiento en sus extremos

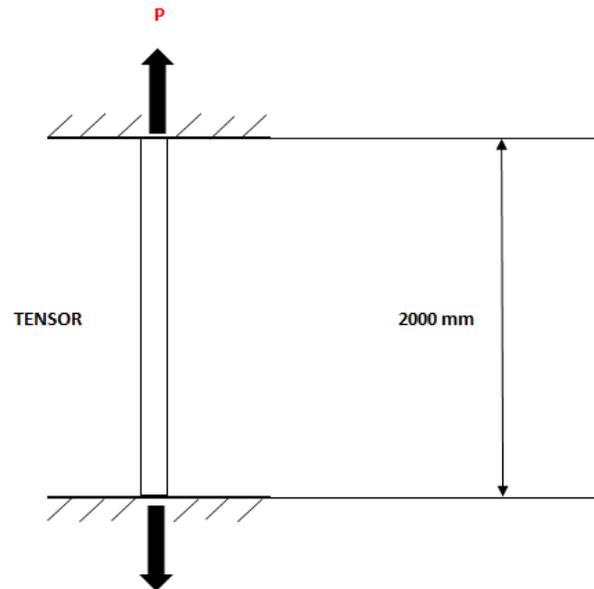


Figura 22. Diagrama del tensor de cabina. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

$$Fa = \frac{P}{A} \quad (15)$$

$$A = \frac{P}{0.66 Sy}$$

Fa: Esfuerzo permisible

P: carga

A: Área

$$A = \frac{2697 \text{ N}}{0.66 Sy} \quad (16)$$

$$A = \frac{2697 \text{ N}}{0.66 Sy} = \frac{2697 \text{ N}}{0.66(400 * 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2})}$$

$$A = 0.11 \text{ cm}^2$$

Tabla 17. Selección del perfil para los tensores de cabina

B (mm)	H(mm)	e (mm)	A (cm ²)	Sx (cm ³)	Peso (kg/m)
40	60	2.00	3.74	6.14	2.93
30	70	2.00	3.74	6.35	2.93
30	50	2.00	2.94	3.82	2.31

Tubo rectangular - Largo normal: 6 metros
Norma de fabricación : NTE INEN 2415 - Catálogo IPAC

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

Se concluye que los perfiles con un área superior a 0.11 cm² permiten la estabilidad de los tensores de la cabina. Se utilizará el perfil rectangular 30x50x2 con una carga de 2697 N y empotramientos en sus extremos utilizando un acero A-36.

3.2.7 Diseño de la viga base de cabina

Para la selección de la viga base de cabina se necesita conocer las características de sus cargas, la longitud de estas vigas y el peso que se ejerce como se indica en la Figura 23.

- Número de vigas: 2
- Carga total: 350 kg
- Longitud: 980mm
- Carga para cada viga: 175 Kg

Una vez que se conoce las fuerzas que actúan en la viga se realiza un diagrama de estático para conocer sus las reacciones en sus extremos y encontrar su momento flector y esfuerzo cortante.

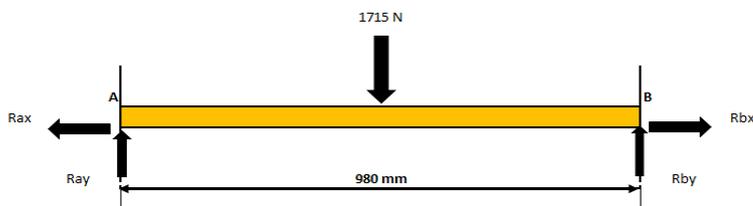


Figura 23. Reacciones viga base cabina. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

$$\Sigma F_x = 0$$

$$+\uparrow \Sigma Fy = 0$$

$$Ray + Rby - 1715 N = 0$$

$$Ray = 1715 N - Rby$$

$$+\uparrow \Sigma Ma = 0$$

$$Ray(0) - 1715(0.49)m + Rby(0.98)m = 0$$

$$Rby = 857.5 N \quad (17)$$

$$Ray = 857.5 N \quad (18)$$

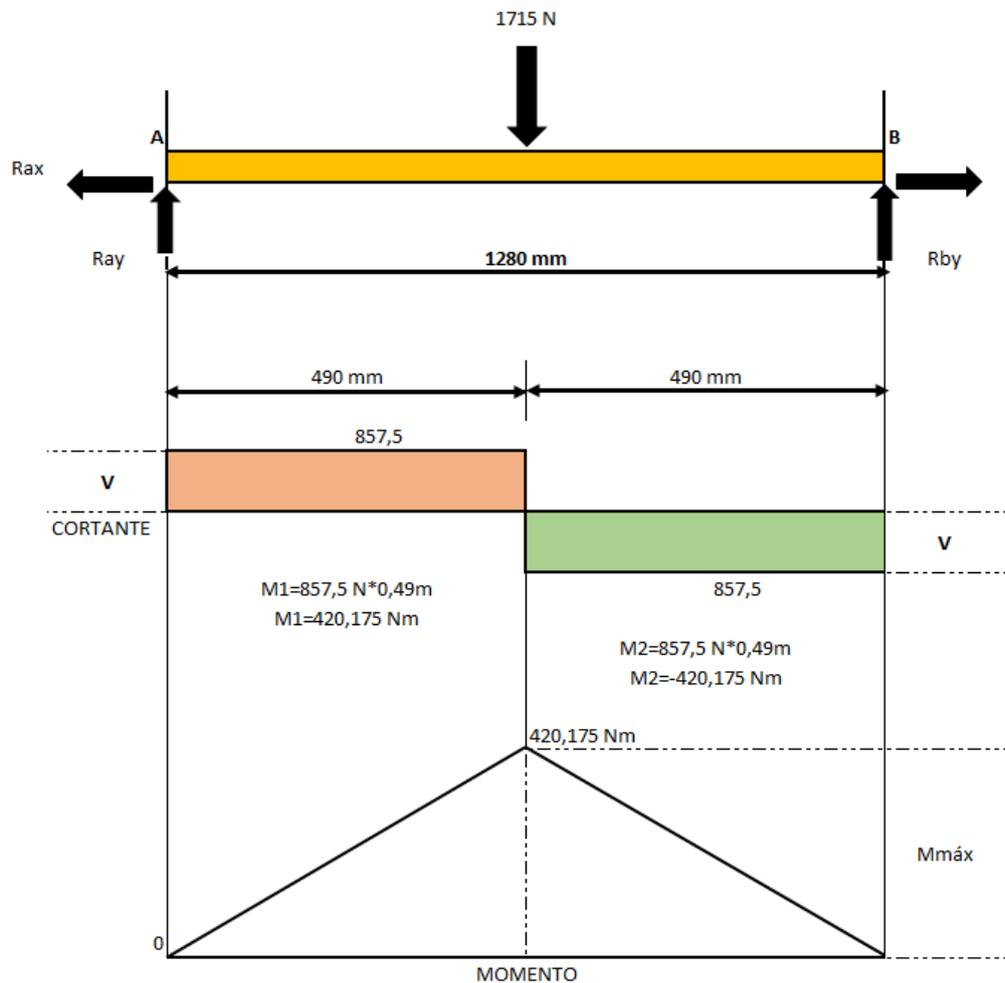


Figura 24. Diagrama de fuerza cortante y momento flector. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

La fuerza cortante y Momento flector se obtiene en función a las ecuaciones que se indica en la Figura 24.

Fuerza Cortante:
$$V = R = \frac{P}{2} = \frac{1715 N}{2} = 857.5 N \quad (19)$$

Momento flector:
$$M1 = 857.5 * 0.49 = 420.175 Nm \quad (20)$$

$$M2 = -857.5 * 0.49 = -420.175 Nm \quad (21)$$

- **Diagrama para viga con carga puntual – Manual AISC**

Se utiliza el manual AISC (American Institute of Steel Construction) para conocer los diagramas y esfuerzos que actúan para una carga puntual y deducción de los esfuerzos por deflexión como se indica en la Figura 25.

7. SIMPLE BEAM—CONCENTRATED LOAD AT CENTER

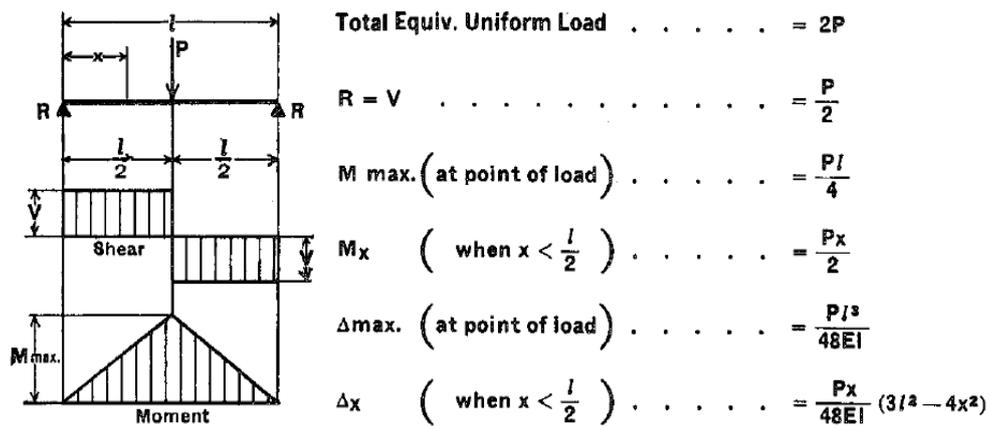


Figura 25. Viga simple – carga puntual en el centro [47]

Encontramos el momento máximo del elemento que trabaja a deflexión en base a su módulo de sección y seleccionamos el perfil en función al manual AISC o proveedores disponibles.

$$M_{m\acute{a}x}: \frac{Pl}{4} \quad (22)$$

Donde:

P: carga en Newton.

l: longitud del elemento en metros.

Carga máxima = $175 \text{ kg} (9.8 \frac{m}{s^2}) = 1715 \text{ N}$

La carga total se distribuye para cada viga por lo tanto la carga es de 1715 N

$$M_{\text{máx}} = \frac{1715 \text{ N}(0.98 \text{ m})}{4} \quad (23)$$

$$M_{\text{máx}} = 420.175 \text{ Nm} = 3.719 \text{ Klb} - \text{plg}$$

$$S_x = \frac{M_x}{F_{bx}} \quad (24)$$

$$F_x = 0,66 \text{ Sy} = 0,66(36\text{Ksi}) = 23,76 \text{ Ksi}$$

$$S_x = \frac{3,719 \text{ Klb-plg}}{23,76 \text{ Ksi}} = 0.16 \text{ plg}^3 = 2.62 \text{ cm}^3$$

Con un módulo de sección de 2.62 cm^3 los perfiles más adecuados para su utilización son los siguientes:

Tabla 18. Selección del perfil para la viga base de cabina

B (mm)	e (mm)	A (cm²)	Sx (cm³)	Peso (kg/m)
40	2.00	2.94	3.47	2.31
40	1.80	2.67	3.19	2.09
40	1.50	2.25	2.75	1.77
40	2.50	3.59	4.12	2.82

Tubo cuadrado - Largo normal: 6 metros

Norma de fabricación : NTE INEN 2415 - Catálogo IPAC

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

Se concluye que los elementos que superen el módulo de sección de 2.62 cm^3 son aptos para la construcción, sin embargo, se debe tener en cuenta el valor del elemento, peso de la estructura y disponibilidad del material por parte del auspiciante o mercado nacional para la selección del elemento. En este caso se utilizará un perfil cuadrado 40x40x2.

3.3 Diseño de la estructura

Para conocer el comportamiento estático de la estructura se identifica los elementos que están sometidos a fuerzas y que influyen en el equilibrio estático como se indica en la Figura 26.

- Viga superior para el motor
- Viga secundaria para el motor
- Viga soporte motor.

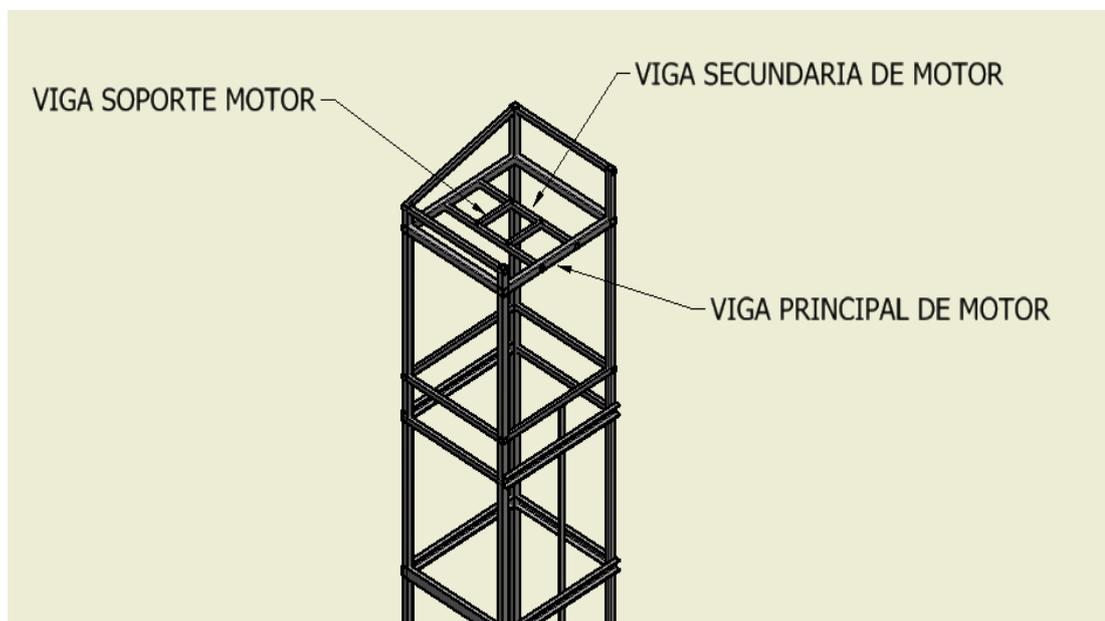


Figura 26. Partes de la estructura. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

3.3.1 Diseño de la viga principal para motor

Las características principales a las que se encuentra sometido la viga son las siguientes:

- Longitud: 1280 mm
- Carga total: $550 \text{ kg} + 80 \text{ kg del peso del motor} = 630 \text{ kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 6174 \text{ N}$
- Carga total para cada viga = 3087 N; valor obtenido de dividir la carga de 6174 N simétricamente, para obtener la carga en cada viga.
- Número de vigas: 2
- Empotramiento en sus extremos

En la Figura 27 se indica las fuerzas que actúan en la viga y que permite conocer el comportamiento de esta bajo condiciones de deflexión.

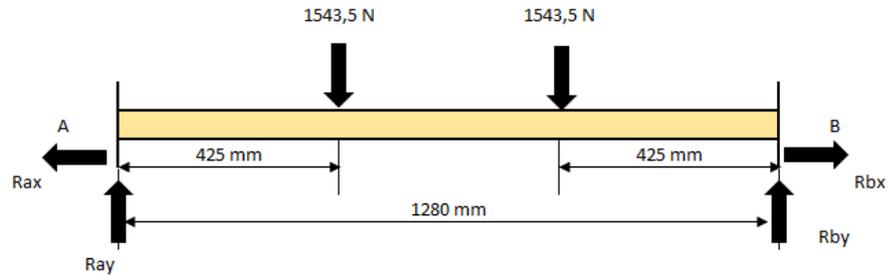


Figura 27. Diagrama de la viga principal para motor. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

$$\Sigma F_x = 0$$

$$+\uparrow \Sigma F_y = ma$$

$$R_{ay} + R_{by} - 2P = 0$$

$$R_{ay} = 2P - R_{by}$$

$$+\uparrow \Sigma M_a = 0$$

$$-R_{ay}(0) + P(0.425) + P(0.855) - R_{by}(1.28) = 0$$

$$+1543.5 N(0.425 m) + 1543.5 N(0.855 m) - R_{by}(1.28 m) = 0$$

$$655.98 Nm + 1319.69 Nm - R_{by}(1.28m) = 0$$

$$R_{by} = 1543.49 N \quad (25)$$

Reemplazo (2) en (1)

$$R_{ay} = 2(1543.5)N - 1543.49 N$$

$$R_{ay} = 1543.5 N \quad (26)$$

9. SIMPLE BEAM—TWO EQUAL CONCENTRATED LOADS
SYMMETRICALLY PLACED

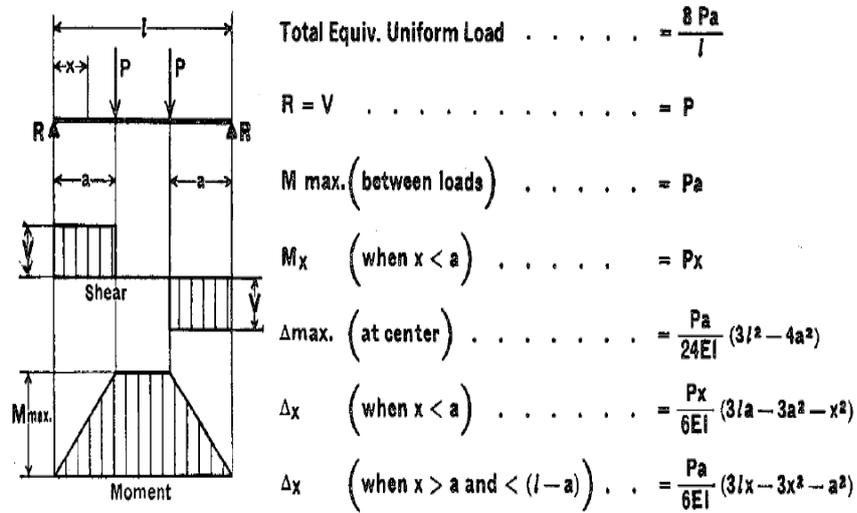


Figura 28. Cálculo de fuerza cortante y momento flector [47]

La fuerza cortante y Momento flector se obtienen en función de las ecuaciones que se presentan en la Figura 28.

Fuerza Cortante: $V = P = 1543.5 N$ (27)

Momento Flector: $M1 = 1543.5 * 0.425 = 655.987 Nm$ (28)

$M2 = -1543.5 * 0.425 = -655.987 Nm$ (29)

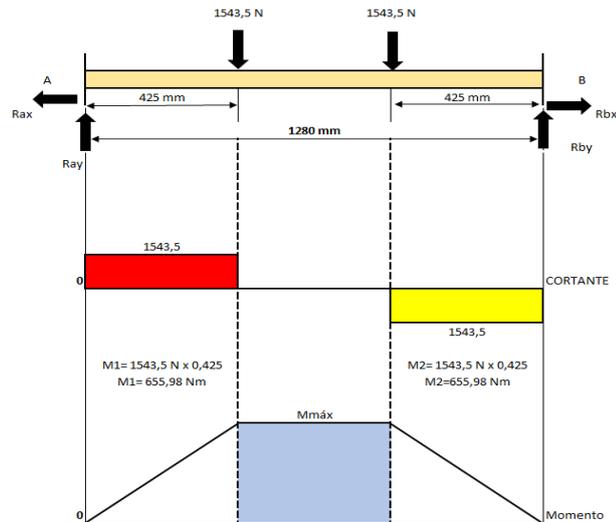


Figura 29. Diagrama de fuerza cortante y momento flector. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

El elemento trabaja a deflexión por lo tanto su condición de diseño es:

$$fbx = Fbx \quad (30)$$

$$Fbx = 0,66 Sy$$

$$fbx = \frac{Mx}{Sx} = Fbx$$

$$Sx = \frac{Mx}{Fbx} \quad (31)$$

fbx: Esfuerzo real

Fbx: Esfuerzo admisible

Sy: Esfuerzo de fluencia

Mx: Módulo flector en *x*

Sx: Módulo de la sección en *x*

$$Mmáx: P \cdot a \quad (32)$$

P: carga

a: distancia

$$Mmáx = 1543,5 N \cdot 0,425 m$$

$$M_{\text{máx}} = 655.98 \text{ Nm} = 5.805 \text{ Klb} - \text{plg}$$

$$S_x = \frac{M_x}{F_{bx}} \quad (33)$$

$$F_x = 0,66 \text{ Sy} = 0,66(36\text{Ksi}) = 23,76 \text{ Ksi}$$

$$S_x = \frac{5.805 \text{ Klb-plg}}{23,76 \text{ Ksi}} = 0.244 \text{ plg}^3 = 3.998 \text{ cm}^3 \quad (34)$$

Una vez que se obtiene el módulo de sección se puede encontrar en el catálogo de IPAC o manual de la AISC un perfil acorde a las condiciones de operación. Los perfiles que se pueden utilizar son los siguientes:

Tabla 19. Selección del perfil para la viga principal del motor

B (mm)	A (cm²)	e (mm)	S_x (cm³)	Peso (kg/m)
60	3.45	1.50	6.51	2.71
70	4.05	1.50	31.46	3.18
75	5.74	2.00	13.47	4.50
75	8.41	3.00	19.11	6.60

Tubo cuadrado - Largo normal: 6 metros

Norma de fabricación : NTE INEN 2415 - Catálogo IPAC

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

Se concluye que los perfiles con el módulo de sección superior a 3.998 cm^3 son aptos para la construcción. El perfil a utilizar es el tubo cuadrado 60x60x1.5 por su disponibilidad, su módulo de sección y peso del elemento.

3.3.2 Diseño de la viga secundaria para motor

Para la selección del elemento se considera:

- Longitud: 1280 mm
- Carga total: 630 kg = 6174 N
- Número de vigas: 2
- Empotramiento en sus extremos

En la Figura 30 se obtiene el diagrama estático de la viga secundaria que está sometida a la carga de 3087 N, que es la carga total de 630 kg y actúa sobre las dos vigas.

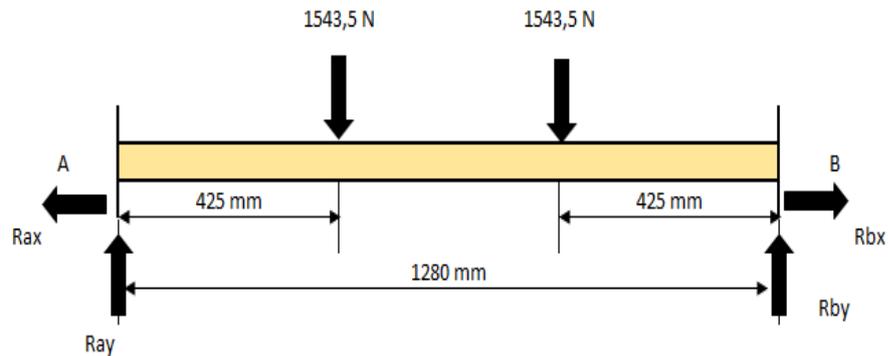


Figura 30. Diagrama viga secundaria motor. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

$$\Sigma F_x = 0$$

$$+\uparrow \Sigma F_y = ma$$

$$R_{ay} + R_{by} - 2P = 0$$

$$R_{ay} = 2P - R_{by}$$

$$+\uparrow \Sigma M_a = 0$$

$$-R_{ay}(0) + P(0.425) + P(0.855) - R_{by}(1.28) = 0$$

$$+1543.5 N(0.425 m) + 1543.5 N(0.855 m) - R_{by}(1.28 m) = 0$$

$$655.98 Nm + 1319.69 Nm - R_{by}(1.28m) = 0$$

$$R_{by} = 1543.49 N \quad (35)$$

Reemplazo (2) en (1)

$$R_{ay} = 2(1543.5)N - 1543.49 N$$

$$R_{ay} = 1543.5 N \quad (36)$$

9. SIMPLE BEAM—TWO EQUAL CONCENTRATED LOADS SYMMETRICALLY PLACED

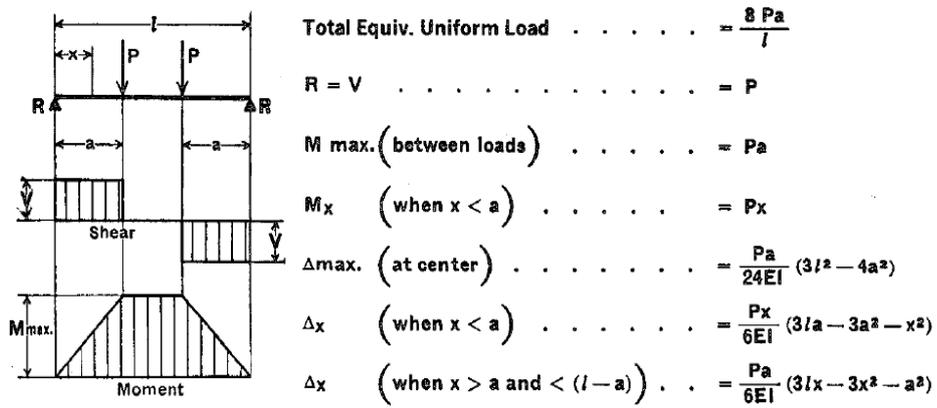


Figura 31. Cálculo de fuerza cortante y momento flector [47]

Fuerza Cortante: $V = P = 1543.5 \text{ N}$ (37)

Momento Flector: $M1 = 1543.5 * 0.425 = 655.987 \text{ Nm}$ (38)

$M2 = -1543.5 * 0.425 = -655.987 \text{ Nm}$ (39)

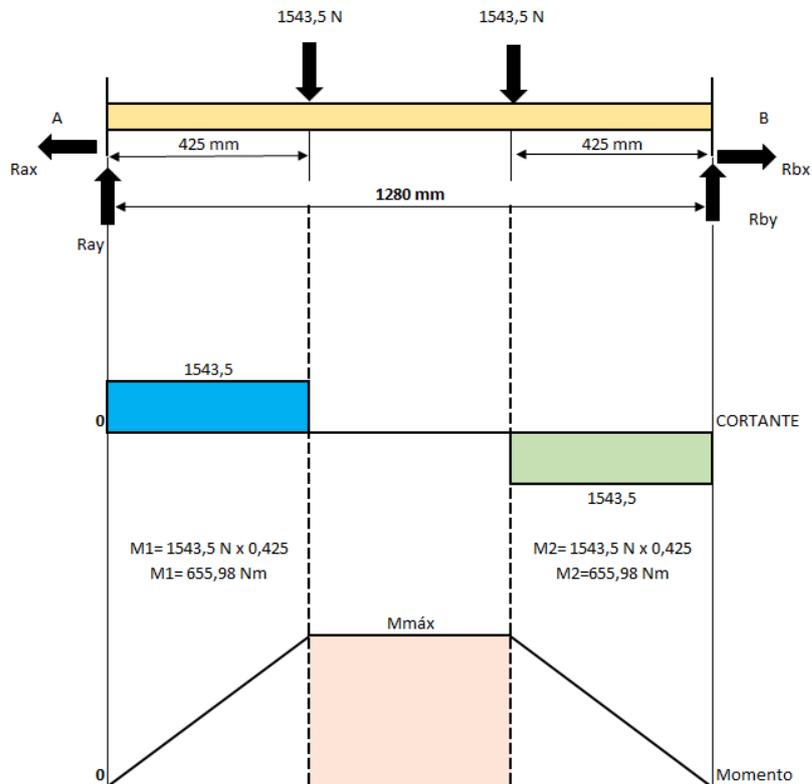


Figura 32. Diagrama de fuerza cortante y momento flector. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

- **Diagrama para viga con carga puntual - Manual AISC**

En el manual AISC se obtiene los diagramas de esfuerzo cortante y momento flector bajo una carga puntual en el centro. Con el cálculo de los esfuerzos se encuentra el módulo de sección y se selecciona el elemento a deflexión como se indica a la Figura 32.

$$M_{\text{máx}}: P * a \quad (40)$$

$$M_{\text{máx}} = 1543.5N * 0.425 m = 5.805 Klb - plg$$

$$S_x = \frac{M_x}{F_{bx}}$$

$$F_x = 0,66 \quad S_y = 0,66(36Ksi) = 23,76 Ksi$$

$$S_x = \frac{5.805 Klb-plg}{23,76 Ksi} = 0.244 plg^3 = 3.998 cm^3 \quad (41)$$

Tabla 20. Selección del perfil para la viga secundaria del motor.

B (mm)	A (cm²)	e (mm)	S_x (cm³)	Peso (kg/m)
75	8.41	3.00	6.11	6.60
75	10.95	4.00	6.50	8.59
70	10.15	4.00	7.11	7.97
75	4.35	1.50	7.45	3.42

Tubo cuadrado - Largo normal: 6 metros

Norma de fabricación : NTE INEN 2415 - Catálogo IPAC

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

Se concluye que los perfiles con módulo de sección superiores a $3.998 cm^3$ son aptos para la construcción de la estructura, sin olvidar que para el diseño y construcción de la estructura se tiene en cuenta su disponibilidad del mercado nacional, su peso, su costo y seguridad. Para la construcción se utiliza el tubo cuadrado 75x75x3.

3.3.3 Diseño de viga soporte motor

Los parámetros de selección y diseño de la viga se utilizan las siguientes características:

- Longitud: 880 mm
- Carga total: 630 kg = 6174 N
- Número de vigas: 2
- Empotramiento en sus extremos

En la Figura 33 se indica el diagrama de la viga soporte motor que se encuentra sometido a la carga de 6174 N.

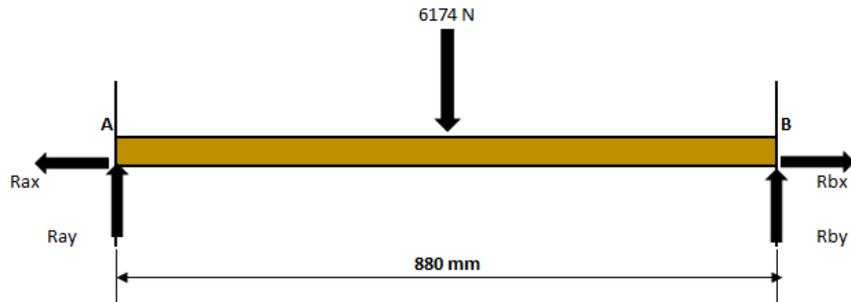


Figura 33. Diagrama de la viga soporte motor. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

$$\Sigma F_x = 0$$

$$+\uparrow \Sigma F_y = ma$$

$$+R_{ay} + R_{by} - 6174 \text{ N} = 0$$

$$R_{ay} = 6174 \text{ N} - R_{by}$$

$$+\uparrow \Sigma M_a = 0$$

$$R_{ay}(0) - 6174(0.44)m + R_{by}(0.88)m = 0$$

$$R_{by} = 3087 \text{ N} \quad (42)$$

$$R_{ay} = 3087 \text{ N} \quad (43)$$

7. SIMPLE BEAM—CONCENTRATED LOAD AT CENTER

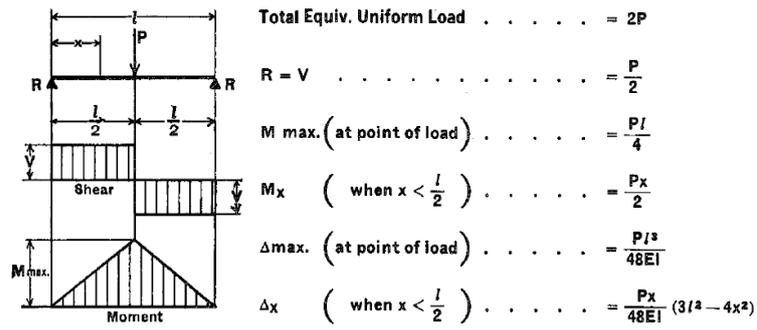


Figura 34. Viga simple para una carga concentrada [47]

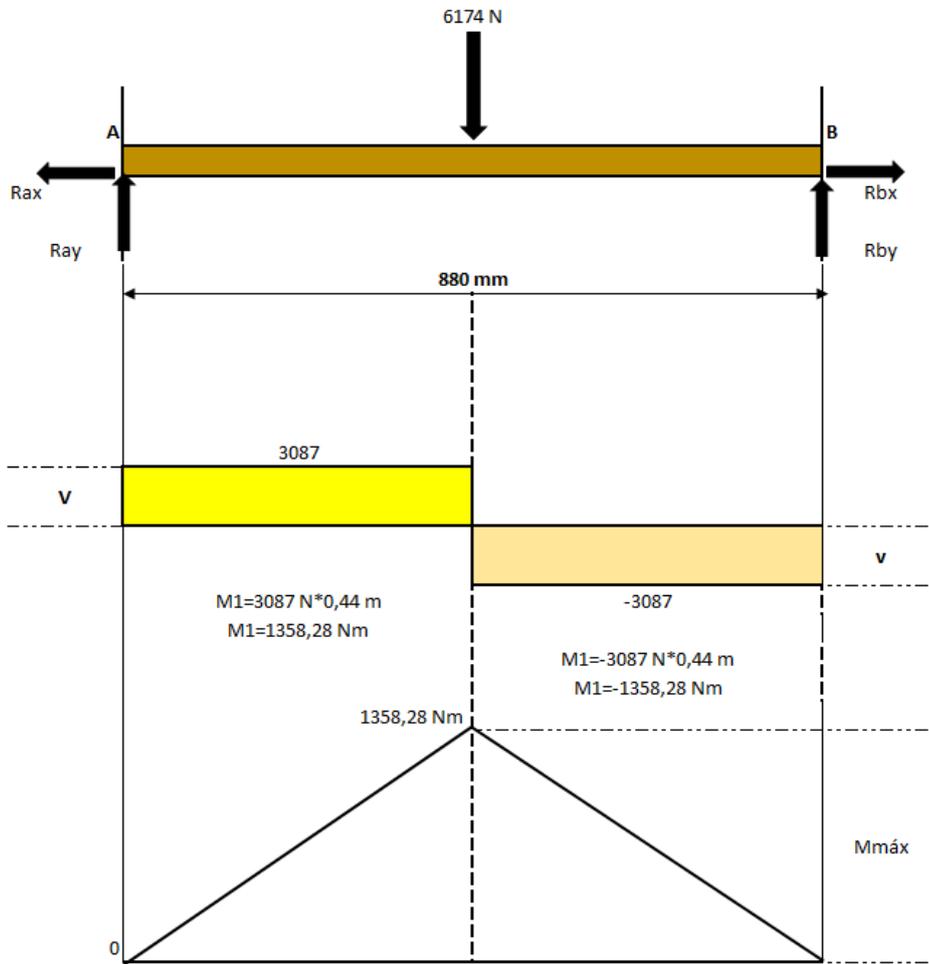


Figura 35. Diagrama de fuerza cortante y momento flector. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

La fuerza cortante y Momento Flector se calcula en función de las ecuaciones que se indican en la Figura 35.

Fuerza Cortante:

$$V = \frac{P}{2} = \frac{6174 N}{2} = 3087 N \quad (44)$$

Momento: $M1 = 3087 N * 0.44 = 1358.28 Nm \quad (45)$

$$M2 = -3087 * 0.44 = -1358.28 Nm \quad (46)$$

- Diagrama para viga con carga puntual - Manual AISC

En el manual AISC se obtiene los diagramas de esfuerzo cortante y momento flector bajo una carga puntual en el centro como se indica en la figura 34. Con el cálculo de los esfuerzos se encuentra el módulo de sección y se selecciona el perfil más adecuado.

$$M_{\text{máx}}: \frac{Pl}{4} \quad (47)$$

Carga máxima = 6174 N

La carga total de 630 kg se distribuye simétricamente para cada viga.

$$M_{\text{máx}} = \frac{6174 N(0.88m)}{4}$$

$$M_{\text{máx}} = 1358.28 Nm = 12.022 Klb - plg$$

$$Sx = \frac{Mx}{Fbx} \quad (48)$$

$$Fx = 0,66 Sy = 0,66(36Ksi) = 23,76 Ksi$$

$$Sx = \frac{12.022Klb-plg}{23,76 Ksi} = 0.51 plg^3 = 8.36 cm^3 \quad (49)$$

Al obtener el módulo de sección de 8.36 cm^3 se puede seleccionar el perfil del manual AISC o de catálogos disponibles por parte de los proveedores como se indica a continuación.

Tabla 21. Selección del perfil para la viga soporte motor

H (mm)	B (cm^2)	e (mm)	Sx (cm^3)	Peso (kg/m)
125	50	5.00	36.96	8.19
125	50	1.50	12.61	2.59
125	50	1.80	14.97	3.10
125	50	2.00	16.51	3.43

Perfil Estructural canal C - Largo normal: 6 metros
Norma de fabricación : NTE INEN 1623 - Catálogo IPAC

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

Se concluye que los perfiles con módulo de sección superiores a 8.36 cm^3 son aptos para la construcción de la estructura.

El elemento a utilizar es el perfil estructural C 125x50x1.5 por su disponibilidad y módulo de sección.

3.3.4 Diseño de la columna de estructura

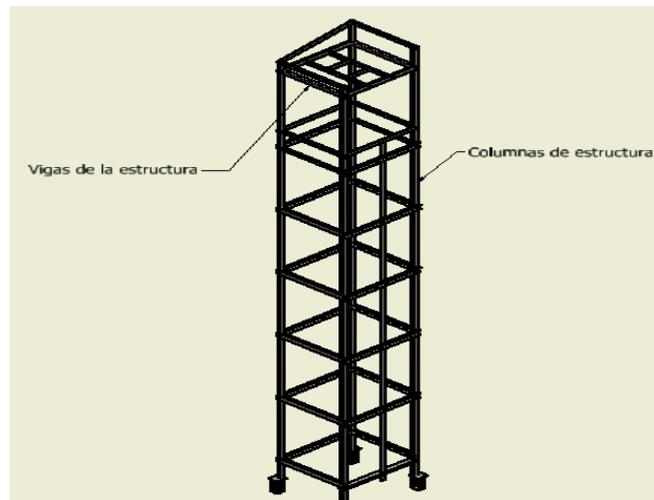


Figura 36. Columnas de la estructura. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

Para conocer el comportamiento de la columna se considera:

- Longitud: 1.75 m
- Carga total: 630 kg = 6174 N
- Número de columnas: 4
- Empotramiento en los dos extremos

La Figura 36 representa la columna que trabaja a compresión, que tiene una longitud total de 9 metros. Para evitar las fallas por estabilidad (pandeo), la estructura tiene apoyos laterales cada 1.75 metros de altura. Por tanto, para el diseño por compresión la carga P que se ejerce sobre las columnas se utiliza la ecuación 2.50 y se realiza el análisis a una altura de 1.75 metros para conocer el comportamiento que tiene en cada sección.

Donde:

P: carga real aplicada a cada columna

Carga total: 550 kg + 80 kg del peso del motor = 630 kg * 9.8 $\frac{m}{s^2}$ = 6174 N

$$P = \frac{\text{Carga total}}{4 \text{ columnas}} = \frac{6174 \text{ N}}{4} = 1543.5 \text{ N} \quad (50)$$

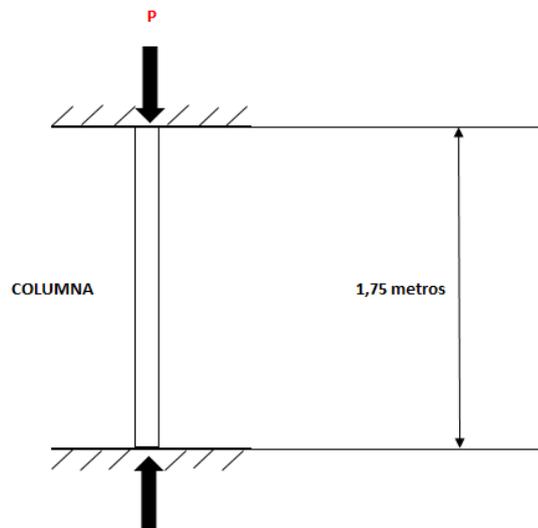


Figura 37. Diagrama de las columna estructural. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

- **Carga admisible de la columna**

K teórico: 0.5 [47].

K diseño: 0.65 [47].

Con el Perfil 75x75x2 tubo cuadrado, se busca el radio de giro en un catálogo de perfiles

Radio de giro: 2.97 cm = 1.169 plg

$$\lambda = \frac{KL}{r} = \frac{0.65 * 68.89 \text{ plg}}{1.169 \text{ plg}} = 38.30$$

$$\lambda = 197 > 200 \quad (51)$$

Con una esbeltez de 197 el manual de la AISC, nos indica que su tensión permisible es de 3.85 Ksi [47].

$$F_a = 19.35 \text{ KSI}$$

Aplicando la ecuación para elementos a compresión:

$$f_a = F_a \quad (52)$$

fa: Esfuerzo real

Fa: Esfuerzo permisible

Pm: carga permisible

A: Área

$$\frac{P_m}{A} = F_a \quad (53)$$

El área se encuentra del perfil a utilizar:

$$\text{Tubo cuadrado } 75 \times 75 \times 2 = 5.74 \text{ cm}^2 = 0.89 \text{ plg}^2$$

$$P_m = F_a * A$$

$$P_m = 19.35 \text{ KSI} * 0.89 \text{ plg}^2 \quad (54)$$

$$P_m = 17.22 \text{ Klb} = 76.598 \text{ KN} = \text{carga permisible de compresión}$$

$$P_m = 17.22 \text{ Klb}$$

P_m (carga permisible) > P (carga real)

Al utilizar el perfil cuadrado 75X75x2, con empotramientos en sus extremos para un acero A-36, la carga permisible de compresión es superior a la carga de 1543.5 N para cada columna obtenida en la ecuación 2.50, lo que permite establecer que no existe fallo debido a la compresión existente en este tipo de perfil. Además el elemento seleccionado permite al diseñador dar seguridad y estabilidad a la estructura.

3.4 Selección del motor

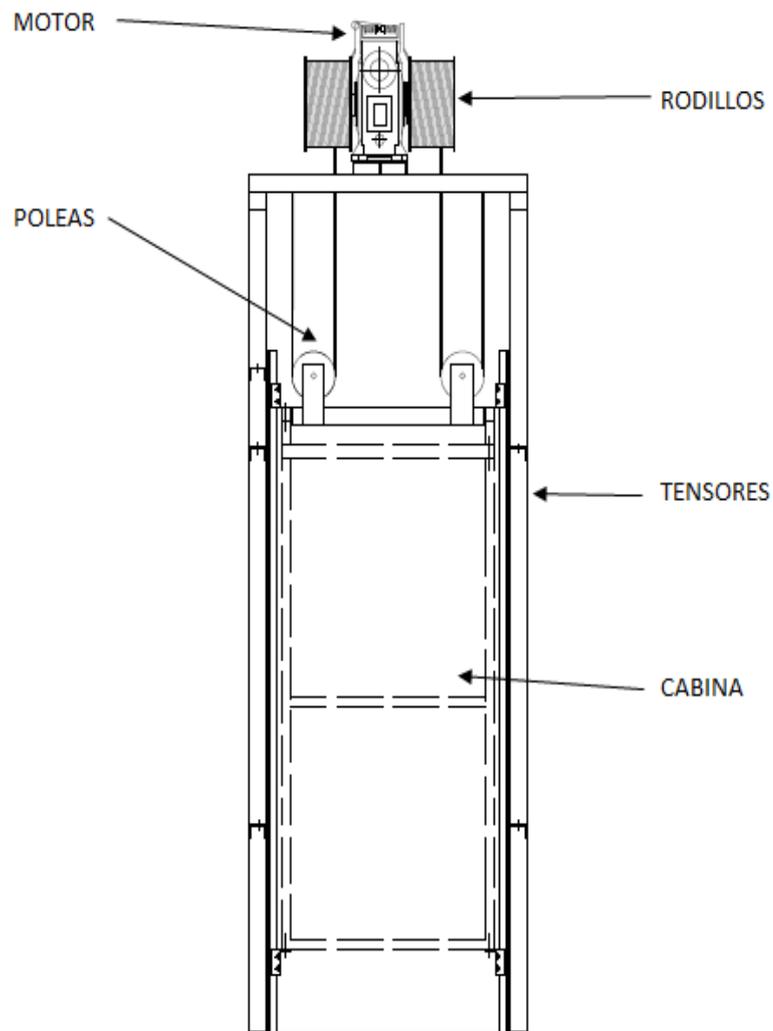


Figura 38. Sistema de tracción. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

3.4.1 Diagrama del sistema

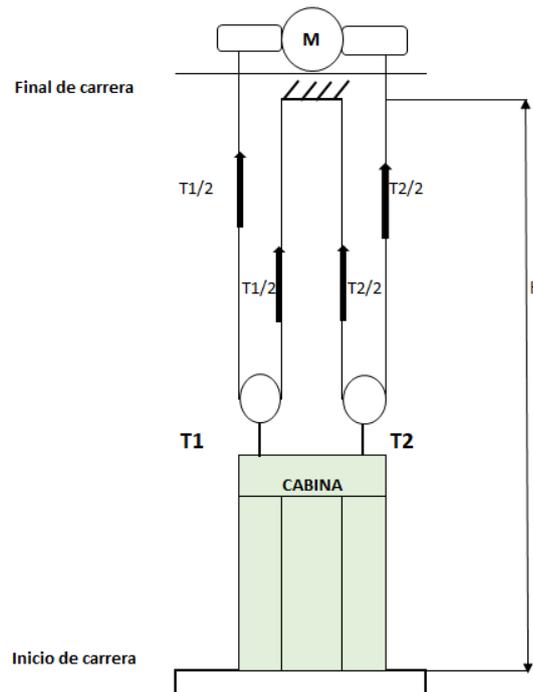


Figura 39. Diagrama de tensiones. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

3.4.2 Torque y trabajo del motor

$$T = T1 * r \quad (55)$$

T: torque

T1: Tensión ejercida en el cable = 2695 N

r: radio del rodillo = 100 mm

$$Carga\ total = 550\ kg \left(9.8\ \frac{m}{s^2} \right) = 5390\ N$$

$$T1 = \frac{carga\ total}{2} = 2695\ N$$

$$\frac{T1}{2} + \frac{T1}{2} = T1$$

$$T = 2695\ N * 0.1\ m$$

$$T = 269.5\ Nm$$

- Trabajo

$$U = W * h \quad (56)$$

Donde:

U: Trabajo

W: Peso total de la cabina = 550 kg

h: Distancia que recorre la cabina = 6.10 m

$$U = 550kg(9.8 \frac{m}{s^2}) * 6.10 m$$

$$U = 5390 N * 6.10 m = 32.879 Nm$$

3.4.3 Potencia del motor

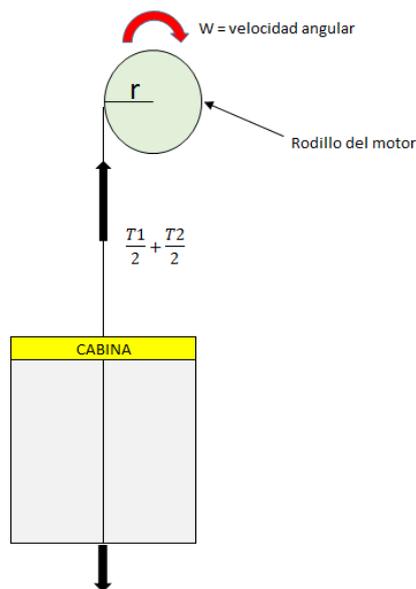


Figura 40. Diagrama de tensiones. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

$$V = W * r \quad (57)$$

V: velocidad de ascenso = $0.19 \frac{m}{s}$ valor obtenido en la ecuación 2

W: Velocidad angular

r: Radio del rodillo del motor = 100 mm

$$W = \frac{v}{r} \quad (58)$$

$$W = \frac{0.19 \frac{m}{s}}{0.1 m} = 1.9 \frac{rad}{s} \text{ Para cada rodillo}$$

$$W_{total} = 1.9 \frac{rad}{s} * 2 = 3.8 \frac{rad}{s}$$

$$T = F * r$$

$$T = 550 kg \left(9.8 \frac{m}{s} \right) * 0.1 m = 539 Nm$$

$$Torque \text{ c/rodillo} = \frac{539 Nm}{2 rodillos} = 269.5 Nm$$

Donde:

T: Torque total

F: carga total = 550 kg

P: Potencia

$$P = T \cdot W \quad (59)$$

$$P = 539 Nm * 3.8 \frac{rad}{s}$$

$$P = 2048.2 \frac{J}{s} = 2.75 HP$$

Se concluye que las características del motor que va a elevar un ascensor de 550 kg de carga total, con una velocidad de 0.19 m/s y una altura de 6.10 m debe tener una potencia 2.75 HP. Por tanto se utiliza un motor de 3 HP con una potencia superior a la requerida por facilidad de adquisición en el mercado y generar una seguridad mecánica más alta.

3.4.4 Factor de potencia y carga

Este valor indica cuanta potencia real en KW demanda una carga eléctrica para su funcionamiento. Los motores de corriente alterna necesitan dos tipos de corrientes: la

corriente activa o real y la corriente reactiva. La instalación de un capacitor permite disminuir la potencia reactiva para cada circuito que alimenta al motor aumentando el factor de potencia. El motor tiene las siguientes características:

Tabla 22. Características del motor

Tipo de motor	Carga (KW)	RPM	Hz	Tensión (V)	Intensidad (A)	Factor de potencia $\cos \theta$
Motor de inducción	2.2	1700	60	220	90/52	0.81

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

Se calcula la potencia de entrada:

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{2.2 \text{ KW}}{0.93} = 2.37 \text{ KW} \quad (60)$$

Donde:

P_{in} = Potencia de entrada

P_{out} = Potencia de salida (Placa del motor)

n = eficiencia del motor

- **Potencia Reactiva (Q)**

$$Q = P_{in} * \tan \theta \quad (61)$$

$$Q = 2.37 \text{ KW} * \tan (35.90)$$

$$Q = 1.71 \text{ KVAR}$$

Es la potencia necesaria para que el circuito magnético trabaje de forma óptima.

3.4.5 Corrección del factor de potencia

Para corregir un factor de potencia se necesita realizar el triángulo de potencia. Lo que se busca es que la potencia aparente (S) se aproxime lo más posible a la potencia activa (P) y por ello el ángulo disminuye.

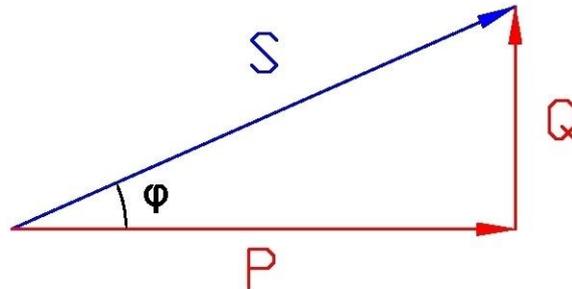


Figura 41. Triángulo de potencia. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

El factor de potencia se encuentra de la siguiente manera:

$$F_p = \cos\theta \quad (62)$$

Para carga inductiva como sucede en este caso, se puede corregir el factor de potencia por medio de condensadores en paralelo con la carga. La corrección del factor de potencia permite que no exista retraso entre la senoide de la corriente y el voltaje y trabajen en fase permitiendo que el factor de potencia se acerque a 1.

Corrección del factor de potencia de 0.81 a 0.95

- Factor de potencia 0.81

$$F_p = \cos\theta_1$$

$$\cos^{-1}(0.81) = \theta$$

$$\theta = 35.90$$

$$\tan\theta^{-1} = \frac{Q_1}{P}$$

$$Q_1 = P * \tan\theta$$

$$Q_1 = 2200 * \tan (34.91)$$

$$Q_1 = 1535.31 \text{ VAR}$$

- **Factor de potencia deseado 0.95**

$$F_p = \cos \theta_2$$

$$\cos^{-1}(0.95) = \theta_2$$

$$\theta_2 = 18.19$$

$$\tan \theta_2^{-1} = \frac{Q_2}{P}$$

$$Q_2 = P * \tan \theta_2$$

$$Q_2 = 2200 * \tan (18.19)$$

$$Q_2 = 722.89 \text{ VAR}$$

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

$$Q_c = 1535.31 - 722.89$$

$$Q_c = 812.42 \text{ VAR}$$

3.4.6 Selección del capacitor

$$C = \frac{Q_c}{W * V_{rms}} \quad (63)$$

$$C = \frac{812.42}{2 * \pi * 60 * (220)^2}$$

$$C = 4.452 * 10^{-5} f$$

Por tanto, para corregir el factor de potencia del motor de 0.81 a 0.95 se necesita un capacitor de $4.452 * 10^{-5} f$.

La construcción del sistema eléctrico fue realizada por un Ingeniero Eléctrico con amplios conocimientos en el tema, para respaldo del mismo se adjuntan planos eléctricos en anexos.

3.5 Análisis de soldadura

3.5.1 Viga superior de la cabina

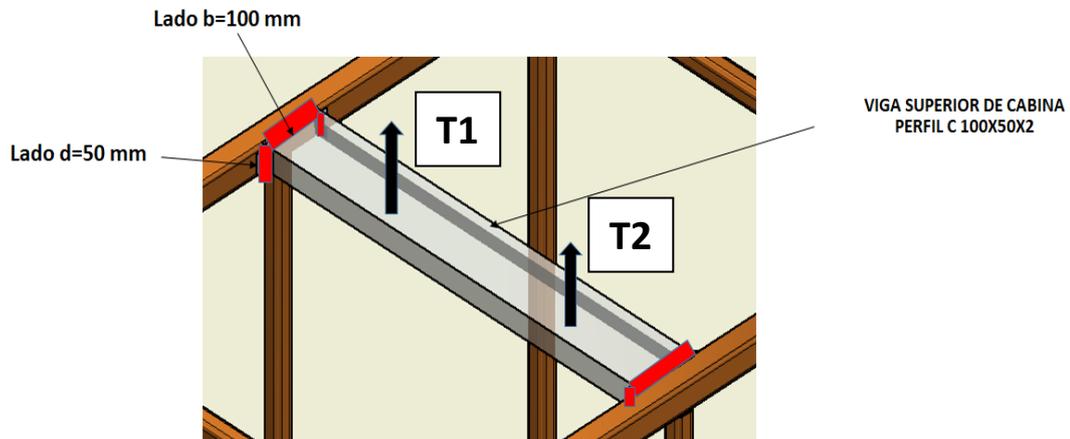


Figura 42. Análisis de la soldadura en la viga superior de cabina. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

La viga superior de cabina trabaja con un perfil C 100x50x2 de acero A-36 y soporta una tensión de 5390 N ejercidas por T1 y T2 como se indica en la Figura 42. El valor de cada tensión se halla en función de la carga total como se calcula en la ecuación 2.60. El perfil C se encuentra soldada con una soldadura de filete de 3/16 plg (longitud de los catetos) y una longitud de 50 y 100 mm respectivamente, como se indica en la Figura 43. Se utiliza un electrodo 7018 para conocer la resistencia del material aporte y de la unión soldada.

$$Carga\ total = 550\ kg \left(9.8\ \frac{m}{s^2}\right) = 5390\ N \quad (64)$$

$$T1 + T2 = 5390\ N = 1.2117\ kip$$

Por tanto:

$$T1 = 2695\ N = 0.605\ kip$$

$$T2 = 2695\ N = 0.605\ kip$$

La Figura 43 nos muestra los catetos denominados **h** y la longitud de toda la soldadura denominada **L**.

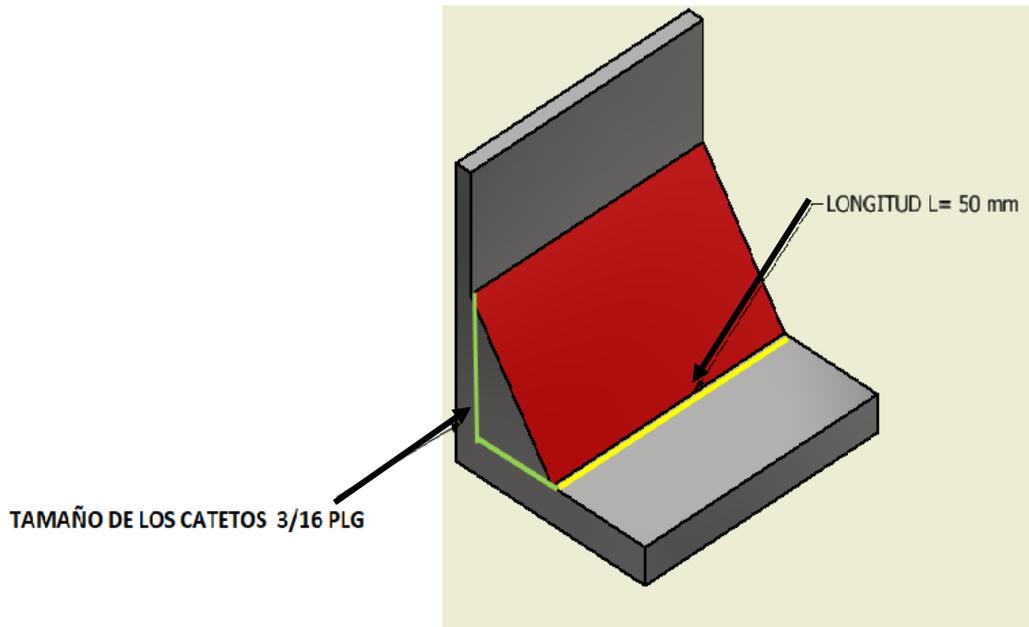


Figura 43. Longitudes de la soldadura. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

- **Dimensiones del perfil C 100x50x2**

Las longitudes de la soldadura proviene del perfil a soldar, para nuestro caso tiene las medidas de 100mm y 50 mm como se indica en la Figura 44.

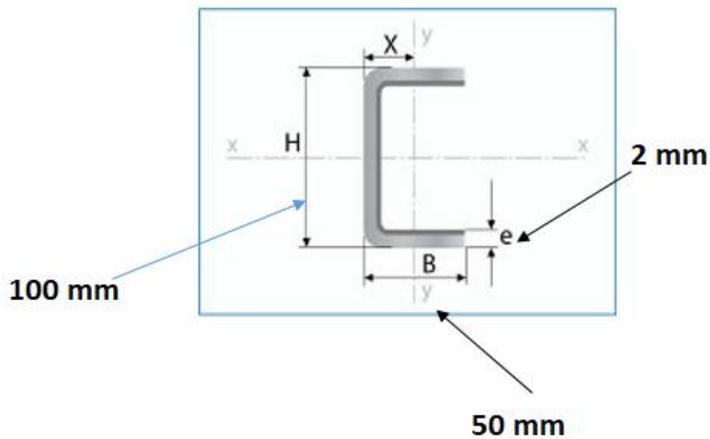


Figura 44. Dimensiones perfil C 100X50X2. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

3.5.2 Fuerza permisible

La fuerza permisible por longitud unitaria en un electrodo 7018 con un cateto $h = 3/16$ plg es 2.78 Kip/plg de soldadura como se indica en el **Anexo 16**.

Por tanto la fuerza permisible por longitud en un electrodo 7018 es:

$$F_{perm} = Fu (L) \quad (65)$$

$$F_{perm} = 2.78 \text{ kip/plg} (L)$$

Donde:

F_{perm} : Fuerza permisible del electrodo.

L= Longitud de la soldadura. Tenemos dos longitudes de 50 mm y una de 100 mm.

$$L = 200 \text{ mm} = 7.87 \text{ plg}$$

Fu: Fuerza unitaria permisible según el tamaño de soldadura.

$$F_{perm} = 2.78 \frac{\text{kip}}{\text{plg}} (7.87 \text{ plg}) = 85.98 \text{ kip}$$

Se cumple:

$$F_{perm} \geq \text{carga} \quad (66)$$

Carga total: 550 kg =5390 N ó 1.2117 kip

$$85.98 \text{ kip} \geq 1.2117 \text{ kip}$$

Se concluye que su resistencia es satisfactoria.

3.5.3 Cortante

Ahora se verifica el esfuerzo en la unión adyacente a las soldaduras. El esfuerzo permisible según la figura 44 es de 0.6 Sy del metal base.

Tipo de carga	Tipo de soldadura	Esfuerzo permisible	n*
Tensión	A tope	0.60S _y	1.67
Aplastamiento	A tope	0.90S _y	1.11
Flexión	A tope	0.60-0.66S _y	1.52-1.67
Compresión simple	A tope	0.60S _y	1.67
Cortante	A tope o de filete	0.30S _u [†]	

*El factor de seguridad n se ha calculado mediante la teoría de la energía de distorsión.

†El esfuerzo cortante en el metal base no debe exceder de 0.40S_y del metal base.

Figura 45. Esfuerzos permisibles del código AISC [44]

El esfuerzo de fluencia (S_y), para un perfil C 100X50X2 que trabaja con un acero ASTM A-36 es 36 Ksi.

$$\tau_{perm} = 0.6 S_y = 0.6(36 \text{ ksi}) = 21.6 \text{ ksi} \quad (67)$$

El esfuerzo cortante τ es:

$$\tau = \frac{F_{perm}}{3hl} = \frac{85.98 \text{ kpi}}{3\left(\frac{3}{16} \text{ plg}\right)(7.87 \text{ plg})} = 19.42 \text{ ksi} \quad (68)$$

Donde:

τ : Esfuerzo cortante

F_{perm} : Fuerza permisible del electrodo

h: tamaño del cateto = 3/16 plg

L: Longitud de soldadura

El valor de 3 en la ecuación 2.64 nos indica que son tres cordones con una longitud de 200 mm o 7.87 plg.

$$\tau_{perm} \geq \tau \quad (69)$$

$$21.6 \text{ ksi} \geq 19.42 \text{ ksi}$$

La unión es satisfactoria cerca del cordón.

3.5.4 Longitud de la garganta

Para encontrar la longitud de la garganta (t) como se indica en la Figura 46, se realiza el cálculo en función de su geometría y sus catetos (h), que en este caso tienen el valor de 3/16 plg.

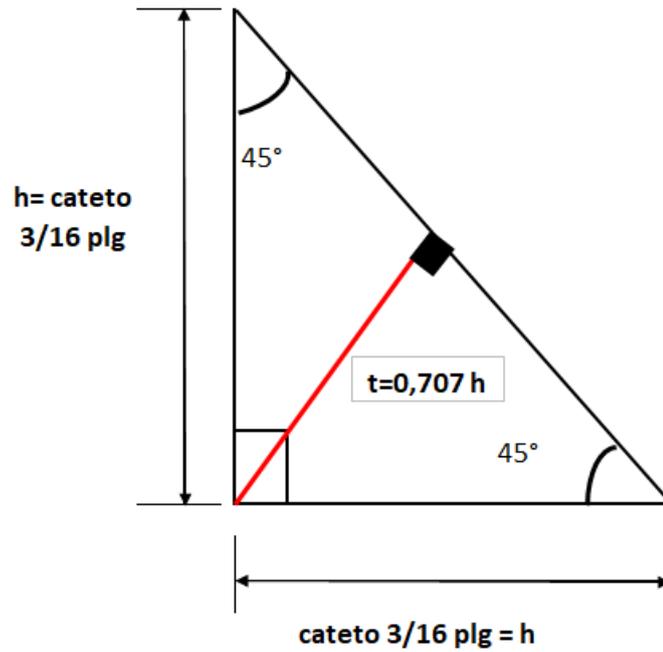


Figura 46. Longitud de la garganta. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

$$t = 0.707 h \quad (70)$$

$$t = 0.707 \left(\frac{3}{16} plg \right) = 0.133 plg$$

Donde:

t: Longitud de la garganta

h: tamaño del cateto

Una manera de encontrar la longitud de la garganta es con la Ley de Senos, la Figura 47 nos indica el tipo de soldadura y sus ventajas.

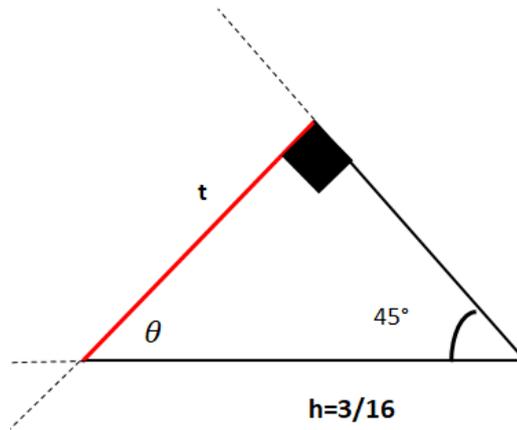


Figura 47. Ley de senos para hallar la longitud de la garganta. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

LEY DE SENOS

$$\frac{t}{\text{sen } 45} = \frac{\frac{3}{16}plg}{\text{sen } 90}$$

$$t = 0.133 plg$$

Se concluye que para el cordón de soldadura la longitud de garganta debe tener un mínimo de 0.133 plg.

3.6 Sistema de Amortiguamiento

Los resortes se fabrican en frío o caliente y por su tamaño se realiza un análisis de costo, índice del resorte y propiedades deseadas [44]. Para determinar la constante de resorte que trabaja a compresión se puede utilizar dos métodos:

- Cuando se conocen las dimensiones del resorte
- Cuando se conoce la carga y su distancia recorrida

Para el diseño se utiliza los valores de la carga y la distancia recorrida que realiza el ascensor. Para el diseño se utiliza un resorte helicoidal cilíndrico de compresión.

Tabla 23. Datos de diseño

Carga de trabajo	Distancia que recorre
550 Kg	6.10 metros

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

3.6.1 Deformación

La deformación que provoca alcanzar la longitud sólida cuando el resorte está cargado se calcula de la siguiente manera:

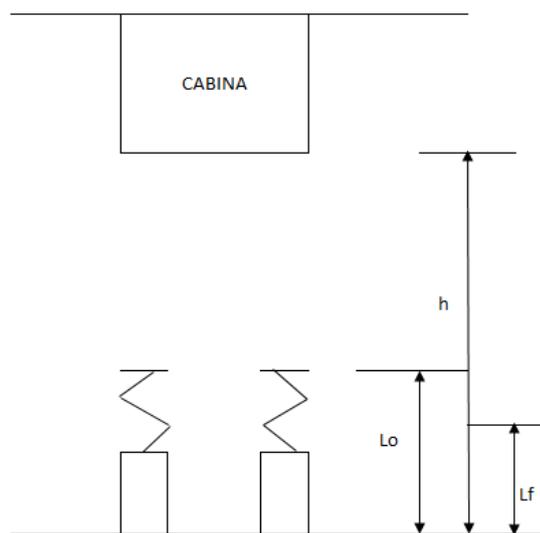


Figura 48. Diagrama del resorte. Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

$$\delta = L_o - L_f \quad (71)$$

Donde:

L_o : Longitud del resorte sin carga.

L_f : Longitud final compresión del resorte con carga

Se calcula el diámetro necesario para el resorte de compresión de alambre de acero estirado en duro (ASTM 227), para que soporte una carga máxima de 5390 N y que se comprima un máximo de 40 mm para esa carga. Las características que tiene este resorte son las siguientes:

- Extremo a escuadra y rectificado
- Valor del índice de resorte $4 \leq C \leq 12$ [44].
- Factor de seguridad de diseño $\eta = 1.2$
- Tratamiento pre esforzado.

El primer paso es aplicar la siguiente ecuación para obtener el diámetro del alambre.

$$\frac{S_{s_y}}{\eta} = K \frac{8FC}{\pi d^2}$$

S_{s_y} : Resistencia admisible

n: Factor de seguridad de diseño

K: Característica del material

C: Índice del resorte

F: Carga

Sin embargo de la ecuación anterior se tiene todos los parámetros excepto el diámetro del alambre, el índice del resorte y la resistencia admisible a carga estática. Por tanto se estima un valor para el índice de resorte., Para nuestro diseño se escoge un valor de 8 que se encuentra dentro del parámetro de selección. La resistencia admisible (S_{s_y}) es una fracción de la resistencia última a tracción (S_{ut}) y a su vez depende del diámetro del alambre y del material escogido.

$$S_{ut} = \frac{A}{d^m} \tag{72}$$

Tabla 24. S_{s_y} En función del S_{ut}

Material	Sin preesforzado K_W o K_B	Con preesforzado K_S
Acero al carbono patentado y estirado en frío A228-A227	0.45	0.6 – 0.7

Tabla 25. Constantes A y m

Propiedad	Rango de tamaños (mm)	Temperatura Máxima	A (MPa.mm ^m)	Exponente m
ASTM A227	0.8-12	120° C	2211	0.145
ASTM 228	0.12-3	120°C	1783	0.190

Se utiliza un resorte sometido a preesforzado para eliminar el efecto de curvatura. Por tanto se utiliza el valor de Ks.

$$K_s = \frac{2C + 1}{2C} = \frac{2(8) + 1}{2(8)} = 1.0625$$

$$\alpha = \frac{S_{sy}}{S_{ut}}$$

El valor de α con preesforzado opta un valor de 0.65 y sin preesforzado de 0.45. Reemplazando valores en la ecuación

$$d = \left(\frac{K_8 F C \eta}{\alpha \pi A} \right)^{\frac{1}{2-m}}$$

$$d = \left(\frac{1.0625 * 8 * 5390 \text{ N} * 8 * 1.2}{0.65 * \pi * 2211} \right)^{\frac{1}{2-0.145}}$$

$$d = 11.80 \text{ mm}$$

Por tanto el diámetro del alambre es de 11.80 mm como valor mínimo para soportar esta carga. El material utilizado es el acero al carbono estirado en frío ASTM 227 cuya fabricación permite obtener hasta diámetros de 12 mm.

CAPÍTULO IV

COSTOS DEL PROYECTO

4. Introducción

El presente capítulo tiene como objetivo determinar el costo de los materiales y accesorios que serán empleados para la construcción del proyecto: “Diseño y construcción de un elevador de 150 Kg de carga neta por 6.10 metros de recorrido, para una persona con discapacidad en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas”, para lo cual se describirá los principales costos y el costo total del elevador.

4.1 Costos

Los factores a considerar dentro del costo del proyecto son:

- Materiales.
- Insumos.
- Costo de mano de obra
- Costo de fabricación y montaje.
- Costo de sistema de control y eléctrico.
- Costo de Imprevistos.
- Valor de Diseño.

4.1.1 Costo de material

Es toda la materia utilizada en la construcción de los elementos que constituyen el elevador, los materiales, la cantidad y el costo se detallará en la Tabla 26, dichos datos fueron obtenidos en el mercado local.

Tabla 26. Costo de materiales

ITE M	MATERIAL	CANTIDA D	PRECIO UNITARI O	PRECIO TOTAL (USD)
1	Tubo cuadrado galvanizado de 75x75x2	6	51,00	306,00
2	Tubo cuadrado de 75x75x3	1	68,00	68,00
3	Placa de anclaje 200x200x6 L=300	4	45,00	180,00
4	Viga lateral C75x50x2; L=1280	12	8,50	102,00
5	Viga posterior C75x50x2; L=1130	8	8,50	68,00
5	Angulo riel de 50x50x6	3	28,00	84,00
6	Tubo cuadrado galvanizado 40x40x2	3	19,00	57,00
7	Tubo rectangular 60x40x2	2	24,00	48,00
8	Polea de tracción 200x25	2	10,00	20,00
9	Eje de diam35x200	2	3,00	6,00
10	Nylon 30x36x100	4	4,00	16,00
TOTAL				955,00

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

4.1.2 Costo de insumos

Se refiere a todos aquellos elementos normalizados que se encuentran disponibles en el mercado para su comercialización y sin ser alterados para su uso. Se especifica dichos elementos en la Tabla 27 que se obtienen también en el mercado local.

Tabla 27. Costo de insumos

ITEM	MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Perno hexagonal hierro gr.2 UNC galvanizado. 1/2x1.1/4"	56 unid	0,20	11,20
2	Tuerca hexagonal hierro gr.2 UNC galvanizado. 1/2"	56 unid	0,08	4,48
3	Arandela plana SAE galvanizado. uss 1/2"	128 unid	0,08	10,24
4	Arandela de presión SAE galvanizado. uss 1/2"	64 unid	0,10	6,40
5	Perno hexagonal hierro gr.2 UNC galvanizado. 5/16x2"	8 unid	0,12	0,96
6	Tuerca hexagonal hierro gr.2 UNC galvanizado. 5/16"	8 unid	0,03	0,24
7	Arandela plana SAE galvanizado. uss 5/16"	16 unid	0,04	0,64
8	Arandela presión SAE galvanizado. uss 5/16"	8 unid	0,06	0,48
9	Perno hexagonal acero. gr.8 UNF 1/2x3"	8 unid	0,90	7,20
10	Tuerca acero. gr.5 UNF negra 1/2"	8 unid	0,13	1,04
11	Rodamiento de 1"	2 unid	2,27	4,54
12	Cable de acero negro engrasado	35m	1,90	66,64
13	Templador de cable para ascensor	2 unid	15,00	30,00
14	MDF Laminado	7,80 m2	23,00	180,00
15	Piso Flotante	1 m2	24,00	24,00
16	Ventana de aluminio con vidrio de 5mm	1 unid	80,00	80,00
17	Fondo adherente de pintura	1 gl	32,00	32,00

18	Pintura sintético	1 gl	22,00	2,00
19	Disolvente de pintura	1 gl	6,50	6,50
TOTAL				468.56

4.1.3 Costo de mano de obra

Se determina el costo de cada máquina y equipo empleado en la construcción, el costo indicado se presenta en la Tabla 28. Se incluye el costo del operador y se detalla los diferentes procedimientos, tiempo estimado y costo total.

Se estima el sueldo básico para los operarios, obteniendo así el valor por hora:

- Sueldo Básico = 386 USD
- Décimo Tercero = $386 / 12 = 32.16$ USD
- Décimo Cuarto = $386 / 12 = 32.16$ USD
- Sueldo Total mensual = $386 + 32.16 + 32.16 = 450.32$ USD

Tabla 28. Costo de mano de obra

ITEM	DESCRIPCION	TIEMPO (H)	COSTO UNITARIO (USD/H)	COSTO TOTAL (USD)
1	Limpieza y preparado de materia prima	2	2.81	5.62
2	Trazado y corte de material	6	2.81	16.86
3	Perforado en vigas	2	4,00	8,00
4	Plagado y perforado de elemento porta riel	3	10,00	30,00
5	Fabricación de seguros mecánicos para puertas de piso	6	15,00	90,00
6	Fabricación de brazo accionador	3	15,00	45,00
7	Fabricación de Curva accionador	1	15,00	15,00
8	Mecanizado de poleas	2	10,00	20,00

9	Mecanizado de eje de polea	2	10,00	20,00
TOTAL				250,48

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

$$\text{Valor Hora} = \frac{\text{Sueldo Total mensual}}{4 \text{ semanas}} \times \frac{1 \text{ semana}}{40 \text{ horas}}$$

$$\text{Valor Hora} = \frac{450.32 \text{ USD}}{4 \text{ semanas}} \times \frac{1 \text{ semana}}{40 \text{ horas}} = 2.81 \frac{\text{USD}}{\text{hora}}$$

4.1.4 Costo de fabricación y montaje

Se encuentran relacionados con la mano de obra requerida para el ensamblado y armado de cada una de las partes, piezas y sistemas del ascensor. Se toma en cuenta los gastos de movilización y transporte de personas y materiales.

Tabla 29. Costo de fabricación y montaje

ITEM	DESCRIPCION	TIEMPO (H)	COSTO UNITARIO (USD/H)	COSTO TOTAL (USD)
1	Fabricación de estructura	32	2.81	89.92
2	Fabricación de Cabina	16	2.81	44.96
3	Instalación de paredes, techo y piso de cabina	24	2.81	67.44
4	Limpieza y pintura de estructura y cabina	16	2.81	44.96
5	Montaje de estructura en sitio	96	2.81	269.76
6	Montaje de guía de cabina	8	2.81	22.48
7	Montaje de cabina	8	2.81	22.48
8	Montaje de sistema de tracción	16	2.81	44.96
9	Instalación de sistemas mecánico de seguridad	16	2.81	44.96

10	Instalación de sistema eléctrico y automatización	192	5,00	960,00
TOTAL				1611,92

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

4.1.5 Costo de Sistema eléctrico y automatización

Se determina el costo del sistema eléctrico y de control en la Tabla 30, el cual presenta todos los componentes utilizados, la cantidad y su costo.

Tabla 30. Costo del sistema eléctrico y automatización

ITEM	MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Cable sucre 2x18AWG	40 m	0,76	30,46
2	Cable sucre 4x18AWG	50 m	1,07	53,76
2	Cable # 4x10 AWG	4m	4,93	19,75
3	Rollo cable flexible #18 AWG	1	29,12	29,12
4	Cable UTP CAT	15 m	0,72	10,92
5	Imanes	3 unid	26,48	79,46
6	Sirena 12V DC	1 unid	17,36	17,36
7	Lámpara de emergencia	1 unid	24,28	24,28
8	Timbre DIN DON	1 unid	21,81	21,81
9	Cable viajero 33 hilos	13 m	10,81	140,55
10	Modulo SIEMENS P/LOGO 4/4	1 unid	117,60	117,00
11	Bornera Blanca 12P	20 unid	0,95	19,04
12	Gabinete metálico 30x20x15 cm	1 unid	34,40	34,40
13	Tomacorriente mixto con caja rectangular	2 unid	7,11	14,22
14	Disyuntor 2P 20A para riel LS	1 unid	16,52	16,52
15	Disyuntor 1P 4A para riel LS	2 unid	7,15	14,30
16	Disyuntor 2P 6A para riel LS	1 unid	16,52	16,52
17	Logo 230 RC 8/4 SIEMENS 110/220v	1 unid	240,80	240,80

18	Modulo para logo 8/8 SIEMENS	1 unid	197,12	197,12
19	Contactador MC22 7,5 HP 220V LS	2 unid	30,29	60,59
ITEM	MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
20	Contactador MC18 7,5 SHP 220V LS	1 unid	24,18	24,18
21	Relé auxiliar 14 P/N planos 24VDC con base	5 unid	8,80	44,00
22	Fuente de poder 24VDC 2,5AMP	1 unid	46,88	46,88
23	Sensor Magnético tipo lápiz	1 unid	37,18	37,18
24	Imán	1 unid	28,56	28,56
25	Cable flexible #18 AWG	50 m	0,29	14,56
26	Canaleta ranura 25x40 gris	2 unid	6,89	13,79
27	Gabinete metálico 60x40x20	1 unid	72,20	72,20
28	Variador de frecuencia 5HP 220v LS	1 unid	585,13	585,13
29	Resistencia de freno para 5HP	1 unid	126,03	126,03
30	Botón redondo	8 unid	13,25	106,00
32	Motor de tracción	1 unid	1500,00	1500,00
32	Placa de botonera de Cabina	1 Unidad	25,00	25,00
33	Placa de botonera de Piso	3 unid	15,00	45,00
34	Indicadores de botonera	4 unid	30,00	120,00
35	Finales de carrera	4 unid	10,00	40,00
36	Varios	varios	91,00	91,00
TOTAL				4077,50

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

4.1.6 Costo de imprevistos

Son los valores agregados por imprevistos, los cuales no estaban dentro del proyecto, este factor es calculado con el 10% del valor total del proyecto.

4.1.7 Costo de diseño

Se encuentra representado con el tiempo y esfuerzo que los ejecutores dedican para el diseño del ascensor. El principal método para evaluar el costo de diseño se realiza en base al costo final del proyecto. Del valor final se obtiene un porcentaje que depende del grado de dificultad de la construcción y diseño.

No se considera el costo de diseño por ser el trabajo intelectual de los autores.

4.1.8 Costo total del proyecto

En la Tabla 31 se presenta los costos que se utilizan en la construcción del ascensor para una persona con discapacidad en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Tabla 31. Costo subtotal del proyecto

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	Costo de Materiales	955,00
2	Costo de Insumos	468,56
3	Costo de Maquinado	252,00
4	Costo de Mano de Obra de fabricación y montaje	1708,00
5	Costo de Sistema eléctrico y automatización.	4077,50
SUBTOTAL		7461.06

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

Costo de imprevistos = 10% Sub total

Costo de imprevistos = 10% 7461,06 USD = 746,10USD

Costo total= Costo Subtotal + Costo Imprevistos

Costo total = 7461.06 + 746.10 = 8 207, 16 USD

El señor Pablo Moreta desea invertir en la construcción de un ascensor para mejorar sus condiciones de movilidad en su hogar. Por tanto se realiza un flujo de caja y el tiempo de recuperación para esta inversión.

4.2 Flujo de caja

El flujo de caja se lo realiza para 5 años.

Costo fijo: pago mensual de una persona que se encargue del cuidado del señor Pablo Moreta.

Tabla 32. Costo fijo de una persona

Número de personas	Valor (\$)
1 persona	386.00
Total	386.00*12 meses = 4632.00

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

Mantenimiento del ascensor: Cambio de repuestos, mantenimiento mecánico y limpieza.

Tabla 33. Costo anual de Mantenimiento

Costo fijo anual	Valor (\$)
Mantenimiento del ascensor	250.48

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

Tabla 34. Flujo de caja

PERIODOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS		4.632,00	4.632,00	4.632,00	4.632,00	4.632,00
COSTOS		250,48	250,48	250,48	250,48	250,48
INVERSION	-8207,16					
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	8207,16	4.381,52	4.381,52	4.381,52	4.381,52	4.381,52

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

Tabla 35. Costos fijos

FLUJO ECONÓMICO DE CASA	
Inversión inicial	8207,16
meses al año	12
Precio	386,00
Costo fijo (mantenimiento)	250,48
Periodo en años	5

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

Tabla 36. VAN y TIR

TASA DE INTERÉS (I)	16%
VAN	\$6.139,22
TIR	45%

año 0	-8.207,16
año 1	4.381,52
año 2	4.381,52
año 3	4.381,52
año 4	4.381,52
año 5	4.381,52

Elaborado por: Fabricio Cadena y Diego Pineda

4.3 Payback Period

Para conocer el tiempo de recuperación, utilizamos la siguiente ecuación:

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{La inversión invertida}}{\text{primer flujo de caja}} \quad (73)$$

$$\text{Payback Period} = \frac{8207.16}{4381.52}$$

$$\text{Payback Period} = 1.87 = 2 \text{ años}$$

El Payback Period nos indica que en 2 años se recupera la inversión realizada al inicio del proyecto. Todo lo señalado representa un beneficio a largo plazo que permite mejorar las condiciones de vida del señor Pablo Moreta.

Con los cálculos obtenidos anteriormente se puede definir:

$TIR > I$; $VAN > 0$ El proyecto es viable

$45\% > 16\%$; $6139.22 > 0$ El proyecto es viable

El TIR es mayor que la tasa de interés, por tanto el proyecto es efectivo por superar la tasa requerida exigida para realizar la inversión.

CONCLUSIONES

- Se ha cumplido con el objetivo inicial de diseñar y construir un ascensor de 150 Kg de carga neta y 6.10 metros de recorrido en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas para una persona con discapacidad.
- El motor que trabaja en el ascensor posee 3 HP de potencia y un factor de potencia de 0.8, sin embargo para el arranque del motor se utiliza un capacitor.
- La instalación del ascensor se pudo concluir con todos los elementos necesarios y programados para su utilización en el espacio estimado, ofreciendo estética a la vivienda.
- Este ascensor se puede construir en todo tipo de vivienda, donde se requiera contribuir al traslado de personas con discapacidad de una manera segura, por su fácil adaptación estructural en viviendas sin dañar la estética de la misma.
- Con una tasa de interés del 16 % el proyecto tiene una alta rentabilidad, y una recuperación de la inversión inicial de 2 años.

RECOMENDACIONES

- Capacitar a cada uno de los usuarios del ascensor para que realicen el funcionamiento del mismo de una forma adecuada y en caso de emergencia conozca el sistema operativo del ascensor.
- El diseño eléctrico debe ir acorde al diseño mecánico, se recomienda que las partes eléctricas, circuitos y componentes electrónicos sean realizados por ingenieros eléctricos / electrónicos, que posean conocimiento en esta área.
- Por factores de seguridad no se debe superar la carga de diseño de 550 kg, para evitar el deterioro del equipo, mal funcionamiento y que el ascensor no sufra daños por sobrecarga.
- El diseño del ascensor permite el cambio de ciertos elementos, con el fin de obtener una utilidad comercial o industrial.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Dim Usal, «Dim Usual,» DM, 15 Marzo 2017. [En línea]. Available: <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/ascensor%20electrico.htm>. [Último acceso: 21 Agosto 2018].
- [2] Calcuworld, «Acerca de nosotros: Calcuworld,» 14 Abril 2015. [En línea]. Available: <https://es.calcuworld.com/auto/cv-hp/>. [Último acceso: 21 Agosto 2018].
- [3] Intrave wordpress, «Acerca de nosotros: Intrave.com,» Intrave, 29 Marzo 2014. [En línea]. Available: <https://intrave.wordpress.com/2015/02/20/para-que-sirve-un-plc/>. [Último acceso: 20 Agosto 2018].
- [4] Safety work , «Acerca de nosotros: Safety,» 12 Enero 2013. [En línea]. Available: <http://www.safetyworkla.com/new/izaje-de-cargas-reglas>. [Último acceso: 20 Agosto 2018].
- [5] GMV, «Acerca de nosotros: GMV We know how,» 16 Octubre 2015. [En línea]. Available: <http://blog.gmveurolift.es/funcionamiento-de-un-ascensor-hidraulico/>. [Último acceso: 5 Julio 2018].
- [6] Aula fácil cursos gratuitos, «Acerca de nosotros: Cursos gratuitos,» 12 Marzo 2017. [En línea]. Available: <http://blog.gmveurolift.es/foso-caracteristicas-y-requerimientos/>. [Último acceso: 15 Agosto 2018].
- [7] Mitsubishi, «Acerca de nosotros: Mitsubishi Electric,» 14 Junio 2010. [En línea]. Available: <http://www.mitsubishielectric.com/elevator/es/overview/elevators/systems.html>. [Último acceso: 14 Agosto 2018].
- [8] Edu Xunta, «Acerca de nosotros: Edu Xunta,» 20 Julio 2010. [En línea]. Available: https://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947489/contido/43_flexin.html. [Último acceso: 21 Agosto 2018].
- [9] OCW Unican, «Acerca de nosotros: OCW,» 10 Julio 2014. [En línea]. Available: <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1101/course/section/1308/Tema%206%20>

- Resistencia.pdf. [Último acceso: 21 Agosto 2018].
- [10] UTN, «Acerca de nosotros: UTN,» 12 Octubre 2014. [En línea]. Available: https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/3_anio/mecanica_electrica/ESFUERZO_DE_CORTE_Y_MOMENTO_FLEXOR.pdf. [Último acceso: 15 Agosto 2018].
- [11] Escuela Universitaria Politécnica de Vilanova, «Acerca de nosotros: Escuela de Vilanova,» 14 Abril 2012. [En línea]. Available: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/4411/Memòria.pdf>. [Último acceso: 21 Agosto 2018].
- [12] Mejor con acero, «Acerca de nosotros: Mejor con acero,» 10 Noviembre 2015. [En línea]. Available: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/4411/Memòria.pdf>. [Último acceso: 21 Agosto 2018].
- [13] UCLM, «Acerca de nosotros: UCLM,» 14 Octubre 2015. [En línea]. Available: <https://previa.uclm.es/profesorado/porrasySORIANO/elementos/Tema01.pdf>. [Último acceso: 21 Agosto 2018].
- [14] Full Mecánica, «Acerca de nosotros: Full Mecánica,» 16 Febrero 2012. [En línea]. Available: <http://www.fullmecanica.com/definiciones/f/484-factor-de-seguridad>. [Último acceso: 19 Abril 2018].
- [15] Ascensores J Pascual, «Acerca de nosotros: Ascensores Pascual,» JP, 9 Abril 2014. [En línea]. Available: <http://ascensoresjpascual.blogspot.com/2014/03/componentes-de-seguridad-en-un-ascensor.html>. [Último acceso: 6 Julio 2018].
- [16] Bahía , «Reglamento de ascensores, montacargas, escaleras y guarda mecanizada,» Bahía.org.arg, 9 Marzo 2013. [En línea]. Available: <http://www.bahia.gob.ar/subidos/infraestructura/ord2209.pdf>. [Último acceso: 6 Febrero 2018].
- [17] Válida Lift, «Acerca de nosotros : Catálogo de ascensores,» Válida lift, 9 Septiembre 2014. [En línea]. Available: <http://docs.gestionaweb.cat/0767/catalogo-tecnico-ascensores.pdf>. [Último acceso: 6 Noviembre 2018].

- [18] CIBES , «Acerca de nosotros: CIBES,» 2016, 6 Marzo 2016. [En línea]. Available: <https://cibeslift.com/es/ascensores/passenger-lifts/b385-open-platform-lift/>. [Último acceso: 20 Julio 2018].
- [19] NFPA, «Acerca de nosotros: NFPA Journal Latinoamericano,» NFPA, 7 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <http://www.nfpajla.org/columnas/punto-de-vista/413-la-evolucion-del-ascensor-como-medio-de-evacuacion>. [Último acceso: 6 Julio 2018].
- [20] LIMARLIFT, «Acerca de nosotros: limarlift ascensores,» Limarlift, 6 Febrero 2010. [En línea]. Available: <http://www.limarlift.com/cabinas-ascensor/>. [Último acceso: 4 Julio 2018].
- [21] Otis, «Acerca de nosotros: Otis,» 9 Diciembre 2016. [En línea]. Available: <http://www.otis.com/es/es/productos/ascensores/>. [Último acceso: 7 Julio 2018].
- [22] Proel Ascensores , «Acerca de nosotros: Proel,» 15 Marzo 2016. [En línea]. Available: <http://www.proelascensores.com/ascensores/ascensor-panoramico/>. [Último acceso: 4 Julio 2018].
- [23] Tercesa, «Acerca de nosotros: Tercesa S.L,» Sertec transmisiones, 12 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://tercesa.com/noticias/que-es-un-motorreductor/>. [Último acceso: 20 Octubre 2017].
- [24] Energía Controlada de México, «Acerca de nosotros: Motorreductores,» Energía Controlada S.A., 20 Abril 2010. [En línea]. Available: <https://www.energiacontrolada.com/motorreductor>. [Último acceso: 4 Julio 2018].
- [25] Movitecnica.com, «Acerca de nosotros: Movitecnica,» My blog, 12 Marzo 2017. [En línea]. Available: <http://www.movitecnica.com.pe/equipos-de-izaje/conoce-3-tipos-de-tecles-manuales-cable-cadena-y-palanca/>. [Último acceso: 20 Octubre 2017].
- [26] Peso y movimiento de cargas .com, «Acerca de nosotros: Peso y movimiento,» 9 Abril 2015. [En línea]. Available: <http://www.pesoymovimientodecargas.com/cable-de-acero/cable-de-acero-galvanizado/>. [Último acceso: 5 Julio 2018].
- [27] ITALMACC, «Acerca de nosotros: Máquinas herramientas Italmacc,»

- Italmacc, 6 Enero 2014. [En línea]. Available: <http://italmaccspa.cl/producto/669/>. [Último acceso: 5 Julio 2018].
- [28] Mecalux Logismarket, «Acerca de nosotros: Mecalux,» 6 Septiembre 2014. [En línea]. Available: <https://www.logismarket.cl/apel/tecle-de-cable/1703644368-7681937643-p.html>. [Último acceso: 5 Julio 2018].
- [29] Elevadores hidraulicos, «Acerca de nosotros: DGETI,» 6 Marzo 2014. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/E5-RH-5B/elevadores-hidraulicos>. [Último acceso: 6 Julio 2018].
- [30] Enersac, «Acerca de nosotros: Enersac.com,» 6 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <http://www.enersac.com/ers-p3k-in.php>. [Último acceso: 5 Julio 2018].
- [31] City Lift, «Acerca de nosotros: City Lift,» Producciones City Lift, 8 Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://cityliftascensores.com/en-que-consiste-la-tecnologia-gearless/>. [Último acceso: 01 Abril 2018].
- [32] Axis Industrial Automation, «Acerca de nosotros: Axis Industrial Automation,» 14 Junio 2017. [En línea]. Available: <http://axisnewjersey.com/featured/gearless-winch-sicmemotori.html>. [Último acceso: 5 Julio 2018].
- [33] H. F. Yumisaca Vimos y A. J. Guamán Guapulema, «Acerca de nosotros: Diseño y construcción de un modelo de ascensor a escala controlado por un PLC,» 5 Septiembre 2017. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3712/1/15T00583.pdf>. [Último acceso: 6 Julio 2018].
- [34] INEN, «Acerca de nosotros: Código de seguridad de ascensores para pasajeros.,» 9 Abril 2007. [En línea]. Available: http://macelectronic.net/PAGINA/DESCARGAS/NORMAS/INEN_ASCENSORES_018.pdf. [Último acceso: 6 Julio 2018].
- [35] Wikipedia, «Acerca de nosotros: Wikipedia,» Producciones Wikipedia la enciclopedia libre, 2 Mayo 2018. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_1%C3%B3gico_programable. [Último acceso: 1 Abril 2018].
- [36] Ascensores Simonelli, «Acerca de nosotros: Simonelli,» 20 Mayo 2015. [En

- línea]. Available: <http://www.ascensoressimonelli.com/productos-botoneras.php>. [Último acceso: 5 Julio 2018].
- [37] Automatización y Electrónica, «Acerca de nosotros: Dirind Automatización,» 6 Febrero 2014. [En línea]. Available: https://www.dirind.com/dae/monografia.php?cla_id=18. [Último acceso: 17 Julio 2018].
- [38] D. P. Acosta Romero y R. S. Ortiz Carrera , «Acerca de nosotros: Diseño eléctrico, automatización y puesta en marcha del ascensor de la facultad de mecánica,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 6 Abril 2017. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6511/3/25T00296.pdf>. [Último acceso: 17 Julio 2018].
- [39] Panasonic electric, «Acerca de nosotros: Panasonic,» 28 Marzo 2016. [En línea]. Available: <https://www.panasonic-electric-works.com/es/finales-de-carrera.htm>. [Último acceso: 5 Julio 2018].
- [40] ASTARLIFTS, «Acerca de nosotros: Astarfits,» 14 Julio 2014. [En línea]. Available: <http://www.astarlifts.com/blog/ascensores-elevadores/medidas-y-sistemas-de-seguridad-en-los-ascensores>. [Último acceso: 22 Julio 2018].
- [41] Memco, «Acerca de nosotros: Memco,» 8 Marzo 2013. [En línea]. Available: <http://halmpr.com/news/memco-es/2012/11/19/el-sistema-de-alarma-de-emergencia-para-ascensores-ahora-resulta-incluso-mas-facil-de-programar/>. [Último acceso: 22 Julio 2018].
- [42] 2N, «Acerca de nosotros: 2N,» 16 Febrero 2014. [En línea]. Available: https://www.2n.cz/es_ES/productos/sistemas-de-ascensores. [Último acceso: 22 Julio 2018].
- [43] Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo, «Acerca de nosotros: NTP,» 12 Febrero 2014. [En línea]. Available: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_511.pdf. [Último acceso: 22 Julio 2018].
- [44] R. G. Budynas y K. J. Nisbett, Acerca de nosotros: Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, Barcelona: Mc Graw Hill, 2002.
- [45] INDURA, «Acerca de nosotros: Soldadura Indura,» Indura , 6 Marzo 2014.

- [En línea]. Available:
<http://www.cryogas.com.co/Descargar/INDURA%206013%20-%20AWS%20E6013?path=%2Fcontent%2Fstorage%2Fco%2Fbiblioteca%2Fbe9c677c9a414e56b688f4013da62d07.pdf>. [Último acceso: 5 Julio 2018].
- [46] A. Arquitectura, «Acerca de nosotros: Arqhys arquitectura,» Arqhys, 5 Febrero 2018. [En línea]. Available: <http://www.arqhys.com/articulos/cargas-vivas-muertas.html>. [Último acceso: 5 Mayo 2018].
- [47] American Institute of steel Construcción, AISC, New York, 2015.
- [48] Alibaba , «Acerca de nosotros: Bwaiter,» Alibaba , 8 Abril 2014. [En línea]. Available: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/new-dumbwaiter-elevator-traction-motor-no-counterweight-model-gt100k-food-lift-60129226939.html>. [Último acceso: 22 Julio 2018].

ANEXOS
ANEXO: FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1. Toma de medidas en obra

Elaborado por: Fabricio Cadena, Diego Pineda y Homero Yanchapaxi



Fotografía 2. Preparación de fosa

Elaborado por: Fabricio Cadena, Diego Pineda y Homero Yanchapaxi



Fotografía 3. Construcción de cabina en taller

Elaborado por: Fabricio Cadena, Diego Pineda y Homero Yanchapaxi



Fotografía 4. Construcción de la estructura en taller

Elaborado por: Fabricio Cadena, Diego Pineda y Homero Yanchapaxi



Fotografía 5. Montaje de la estructura en obra Elaborado por: Fabricio Cadena, Diego Pineda y Homero Yanchapaxi



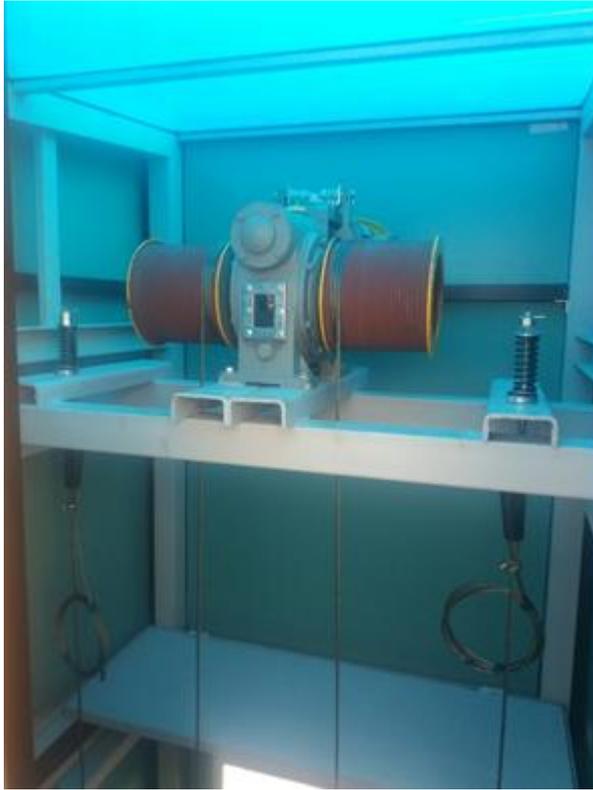
Fotografía 6. Montaje e instalación de la estructura en obra

Elaborado por: Fabricio Cadena, Diego Pineda y Homero Yanchapaxi



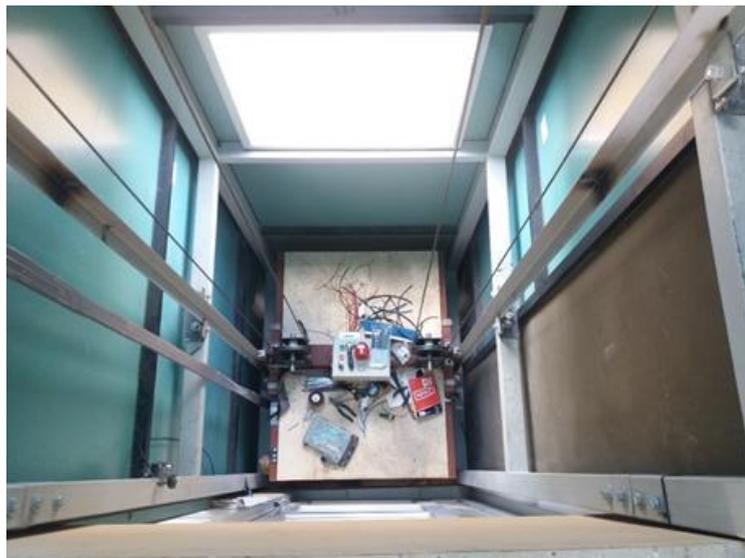
Fotografía 7. Acabados de la cabina en taller

Elaborado por: Fabricio Cadena, Diego Pineda y Homero Yanchapaxi



Fotografía 8. Montaje del sistema de tracción

Elaborado por: Fabricio Cadena, Diego Pineda y Homero Yanchapaxi



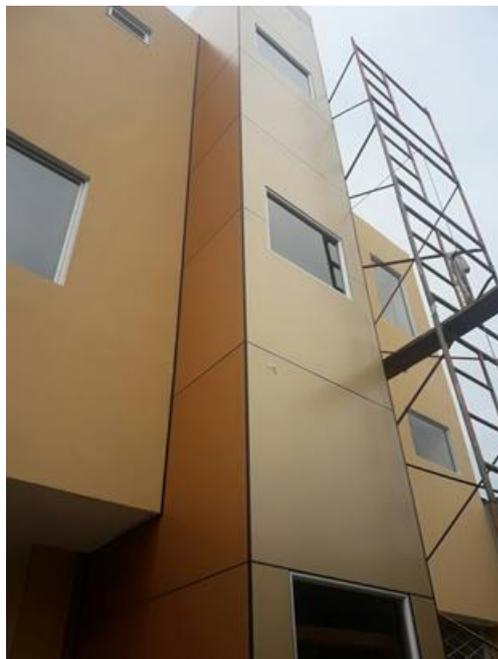
Fotografía 9. Automatización del ascensor

Elaborado por: Fabricio Cadena, Diego Pineda y Homero Yanchapaxi



Fotografía 10. Acabado del ascensor

Elaborado por: Fabricio Cadena, Diego Pineda y Homero Yanchapaxi



Fotografía 11. Vista exterior del ascensor

Elaborado por: Fabricio Cadena, Diego Pineda y Homero Yanchapaxi



Fotografía 12. Entrega del ascensor por parte de la Universidad Politécnica Salesiana al Sr. Pablo Moreta.

Elaborado por: Fabricio Cadena, Diego Pineda y Homero Yanchapaxi



Fotografía 13. Presentación del proyecto

Elaborado por: Fabricio Cadena, Diego Pineda y Homero Yanchapaxi



Fotografía 14. Construcción de la cabina en el taller

Elaborado por: Fabricio Cadena, Diego Pineda y Homero Yanchapaxi



Fotografía 15. Construcción de la estructura en el taller

Elaborado por: Fabricio Cadena, Diego Pineda y Homero Yanchapaxi



Fotografía 16. Instalación del ascensor en obra

Elaborado por: Fabricio Cadena, Diego Pineda y Homero Yanchapaxi

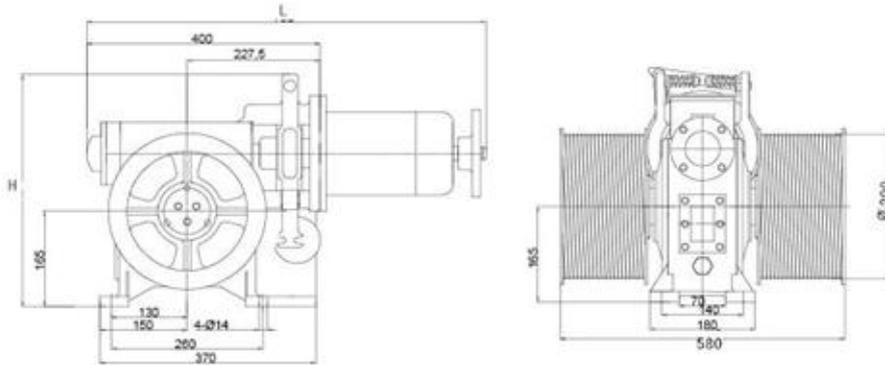
ANEXO: FICHAS TÉCNICAS

专业勤于专注 领先勤于创新
 profession from devotion
 leading from innovation



GT100K

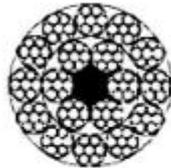
GT100K Roller Single Speed Traction Machine
 滚筒式杂物电梯曳引机



技术参数 Specification 主轴静载 Static Load: 2500kg

曳引拉力 Load (P+Q)	参考 重量 Reference Load	速比 Reduction Rate	提升 速度 Speed (m/s)	钢丝绳 直径及 参数 Wire Rope (mm)	滚筒 直径 Roller (mm)	有效提 升高度 Effective Hoist Height (m)	电机参数 Motor Specification				制动层直流电压 Brake Voltage (DCV)		主机 重量 Weight (kg)	曳引机外形 尺寸 Machine Dimension (mm)	
							型号 Motor Model	功率 Power (kw)	级数 Pole	转速 rpm	电流 Current (A)	打开 Open		维持 Keep	H
230	100	39:1	0.4	φ6*2	φ200	12	Y90L-4	1.5	4P	1440	3.7	110	80	180	840
350	200	39:1	0.4	φ6*2	φ200	12		2.2						5	190

Cable de acero 18x7 | Alma de fibra (A/F) Antigritorio



18x7 A/F

Este cable es utilizado en grúas de gran altura y en aquellas operaciones en que sean requeridas características no rotativas. En su construcción la combinación de 18 cordones en 2 capas arrollados en sentido opuesto aporta la propiedad antigritorio. Puede ser arrollado sobre un alma de acero o sintética (Poliuretano). Cuando el cable es con alma de acero se conoce también como cable antigritorio 19x7.

Cable de acero Cablemax® 18x7 Alma de fibra Antigritorio					
Grado de fuerza: 1870 N/mm ²					
Código	Diámetro		Peso aproximado (kg/100m)	Resistencia mínima de rotura (kN)	Resistencia mínima de rotura (Ton)
	(mm)	(pul)			
0501C241	6	1/4			
0501C242	8	5/16	23.2	47.6	4.9
0501C243	10	3/8	35	61.3	6.3
0501C244	12	1/2	61.9	88.3	9.0
*	13	22/43	72.7	104	10.6
0501C095	14	43/78	84.3	120	12.2
0501C245	16	17/27	110.0	157	16.0
*	18	17/24	139.0	199	20.3
0501C246	20	37/47	172.0	245	25.0

* Disponible bajo pedido

Tabla de peso y resistencia**

Construcción	Peso aproximado (kg/100m)												Resistencia mínima de rotura (Ton)											
	6x7		6x19		6x26		6x36		6x42		6x48		6x54		6x60		6x66		6x72		6x78			
	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A		
1.5 1/16																								
2 1/8	4.7	3.5	5.8																					
4.5 3/16			8.5	12																				
6 3/8			15	14																				
8 5/16			27	24																				
9 5/8			32	29																				
10 3/4					42																			
11 7/16						42																		
12 1/2							55																	
13 1/2			68	61	73	65	73	65																
14 3/16								58																
16 5/8			104	92	107	95	107	95	97	88	118													
18 3/4			162	147	168	148	168	148																
22 7/8			196	180	202	180	202	180																
24 1			274	251	281	251	281	251																
28 1 1/8			352																					
32 1 1/4			421																					

A/A - Alma de acero | A/F - Alma de fibra | A/C - Antigritorio
 Br - Brillado o Negro | Gal - galvanizado
 Int - Intercable | Pl - Plástico o PVC
 Grado de fuerza Brando - 1570 1870 1770 1870



**Valores referenciales. Información exacta en el Certificado de Calidad

Nota de descarga: La presente información técnica constituye una referencia general correspondiente a ítems del mismo tipo. Al momento de la compra, algunos productos incluyen un certificado de calidad otorgado por el fabricante con la información específica de dicho producto. Cuando haga sus cálculos finales, por favor referirse al certificado de calidad o a las inscripciones impresas (etiquetas, láminas, etc) del producto adquirido. En caso de encontrar alguna inconsistencia, por favor escribirnos a info@induferrero.com.

Tabla 9-6

Cargas constantes permisibles y tamaños mínimos de soldadura de filete

Programa A: carga permisible para varios tamaños de soldadura de filete

Nivel de resistencia del metal de aporte (EXX)							
	60*	70*	80	90*	100	110*	120
Esfuerzo cortante permisible en la garganta, ksi (1 000 psi) de soldadura de filete o soldadura de muesca con penetración parcial							
$\tau =$	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0	33.0	36.0
Fuerza unitaria permisible en soldadura de filete, kip/pulg lineal							
$^{\dagger}f =$	12.73h	14.85h	16.97h	19.09h	21.21h	23.33h	25.45h
Tamaño del cateto h, pulg	Fuerza unitaria permisible para varios tamaños de soldaduras de filete kip/pulg lineal						
1	12.73	14.85	16.97	19.09	21.21	23.33	25.45
7/8	11.14	12.99	14.85	16.70	18.57	20.41	22.27
3/4	9.55	11.14	12.73	14.32	15.92	17.50	19.09
5/8	7.96	9.28	10.61	11.93	13.27	14.58	15.91
1/2	6.37	7.42	8.48	9.54	10.61	11.67	12.73
7/16	5.57	6.50	7.42	8.35	9.28	10.21	11.14
3/8	4.77	5.57	6.36	7.16	7.95	8.75	9.54
5/16	3.98	4.64	5.30	5.97	6.63	7.29	7.95
1/4	3.18	3.71	4.24	4.77	5.30	5.83	6.36
3/16	2.39	2.78	3.18	3.58	3.98	4.38	4.77
1/8	1.59	1.86	2.12	2.39	2.65	2.92	3.18
1/16	0.795	0.930	1.06	1.19	1.33	1.46	1.59

*En realidad, las soldaduras de filete fueron ensayadas por el AISC-AWS Task Committee.

$^{\dagger}f = 0.707h\tau_{perm}$

Fuente: Adaptada de Omer W. Blodgett (ed.), *Stress Allowables Affect Weldment Design*, D412, The Jame Reprinted with authorization of Lincoln Electric Company.

Ficha técnica 3. Cargas constantes permisibles y tamaños mínimos de soldadura de filete [44].

ANEXO: PLANOS

Anexo 1. Ascensor para persona con discapacidad – Conjunto.

Anexo 2. Cabina.

Anexo 3. Techo de Cabina.

Anexo 4. Base de cabina.

Anexo 5. Estructura.

Anexo 6. Placa base porta riel.

Anexo 7. Riel.

Anexo 8. Sistema de tracción.

Anexo 9. Polea.

Anexo 10. Elemento porta Guía.

Anexo 11. Guía U.

ANEXO: PLANOS ELÉCTRICOS

Anexo 1. Diagrama Unifilar

Anexo 2. Diagrama de fuerza

Anexo 3. Diagrama de control

Anexo 4. Diagrama de control continuación