



**“Implementación de un ascensor automatizado de acuerdo a las necesidades de personas con capacidades diferentes para el mejoramiento de la accesibilidad en una vivienda unifamiliar de dos plantas”.**

Solis Basantes, Jonathan Gustavo

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología en Electromecánica

Monografía, previo a la obtención del título Tecnólogo en Electromecánica

Ing. Parreño Olmos, José Alfredo MGS

05 de agosto del 2020



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que la monografía, “**Implementación de un ascensor automatizado de acuerdo a las necesidades de personas con capacidades diferentes para el mejoramiento de la accesibilidad en una vivienda unifamiliar de dos plantas**” fue realizado por el señor **Solis Basantes Jonathan Gustavo** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

**Latacunga, 05 de agosto del 2020**

.....  
Parreño Olmos José Alfredo  
C. C. 0502337181



## Urkund Analysis Result

Analysed Document: SOLIS JONATHAN.docx (D77293816)  
 Submitted: 7/29/2020 6:58:00 PM  
 Submitted By: japparreno2@espe.edu.ec  
 Significance: 3 %

### Sources included in the report:

Ortiz TRABAJO DE GRADO.pdf (D54492617)  
 Documentofinal.pdf (D45774251)  
 Valarezo - Tesis Diciembre 2019.docx (D60480447)  
 TESIS Borrador CABUYA 3.docx (D63275474)  
<https://1library.co/document/y8gm05wz-ascensor-personal-movilidad-personas-discapacidad-viviendas-capacidad-kilogramos.html>  
<http://www.autracen.com/lenguajes/>.Lenguaje  
<https://www.granvertical.com/2015/05/23/98/>.  
<https://www.shoptronica.com/curiosidades-tutoriales-y-gadgets/4079-que-son-los-interruptores-pulsadores-conmutadores-0689593950512.html>  
[https://www.profesionalreview.com/2019/02/23/que-es-sai/#Que\\_caracteristicas\\_debemos\\_conocer\\_para\\_comparar\\_un\\_SAICEJAROSU](https://www.profesionalreview.com/2019/02/23/que-es-sai/#Que_caracteristicas_debemos_conocer_para_comparar_un_SAICEJAROSU).  
<https://www.hospimedica.es/cuidados-de-pacientes/articulos/294758025/dise-no-innovador-para-mejor-acceso-a-sillas-de-ruedas.html>Industrial  
<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-370920/en-detalle-dise-no-universal-en-espacios-publicos/583f11d6e58ece8da2000010-en-detalle-dise-no-universal-en-espacios-publicos-antropometria-persona-con-baston>Redacci  
<https://docplayer.es/85986653-Departamento-de-energia-y-mecanica.html>

### Instances where selected sources appear:

21

  
 Firma:  
 Ing. Parreño Olmos José Alfredo, Mgs  
 C. C. 0502337181  
 DIRECTOR TRABAJO DE TITULACION



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA**

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Yo, **Solis Basantes Jonathan Gustavo**, con cédula de ciudadanía n°1850435163., declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía **Implementación de un ascensor automatizado de acuerdo a las necesidades de personas con capacidades diferentes para el mejoramiento de la accesibilidad en una vivienda unifamiliar de dos plantas** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

**Latacunga, 05 de agosto del 2020**

Firma

**Solis Basantes Jonathan Gustavo**  
C.C.: 1850435163



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo, Solis Basantes Jonathan Gustavo, con cédula de ciudadanía n° 1850435163, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Implementación de un ascensor automatizado de acuerdo a las necesidades de personas con capacidades diferentes para el mejoramiento de la accesibilidad en una vivienda unifamiliar de dos plantas** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

**Latacunga, 05 de agosto del 2020**

Firma

**Solis Basantes Jonathan Gustavo  
C.C.: 1850435163**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA .....	1
CERTIFICACIÓN .....	2
URKUND .....	3
RESPONSABILIDAD DE AUTORIA .....	4
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	5
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	6
ÍNDICE DE FIGURAS .....	8
ÍNDICE DE TABLAS.....	11
RESUMEN .....	12
ABSTRACT .....	13
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1 Contenidos Generales</b>	
1.1..Antecedentes.....	14
1.2..Planteamiento del Problema .....	15
1.3..Justificación e Importancia.....	17
1.4..Objetivos.....	18
1.4.1    Objetivo General .....	18
1.4.2    Objetivos Específicos .....	18
1.5..Alcance.....	19
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>2 Contenidos Teóricos</b>	
2.1..Discapacidad Física.....	20
2.1.1    Barreras Arquitectónicas y Discapacidad .....	21
2.2..Órtesis .....	22
2.2.1    Áreas y Espacios Necesarias para Personas con Órtesis .....	23
2.3..Sistemas de Elevación para Personas con Discapacidad Física.....	24
2.3.1    Salva escaleras Verticales .....	24
2.3.2    Silla salva escaleras.....	25
2.3.3    Salva escaleras estables recta.....	25
2.4..Ascensores .....	26
2.4.1    Ascensores para Personas con Discapacidad Física Motriz.....	27
2.4.2    Descripción de Componentes Eléctricos y Mecánicos del Ascensor .....	32
2.5..Sistema de Control para Ascensores.....	40
2.5.1    Controlador lógico programable PLC.....	42

2.6..Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS) .....	47
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>3 Determinación de Componentes Eléctricos y Mecánicos para un Ascensor con Capacidad de 150kg. `</b>	
3.1..Tabla de Ecuaciones y Formulas .....	49
3.2..Criterios de diseño del sistema de elevación .....	50
3.3..Selección de componentes eléctricos y mecánicos para la implementación del ascensor. ....	52
3.3.1 Sistema estructural.....	55
3.3.2 Diseño Mecánico de la Viga de Soporte .....	64
3.3.3 Diseño de Guías .....	69
3.3.4 Selección de Componentes Tractores.....	73
3.4..Control y Automatización .....	78
3.5..Sistemas de Seguridad.....	91
3.5.1 Seguridad en el Sistema Eléctrico.....	91
3.5.2 Señales de seguridad.....	96
3.6..Factibilidad e Impacto económico .....	98
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>4 Manual de Usuario para la Operación del Ascensor Automatizado.</b>	
4.1..Portada del Manual de Usuario.....	100
4.2..Documentos de Control .....	101
4.3..Índice del Manual De Usuario .....	102
4.4..DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	102
4.4.1 Objeto .....	102
4.4.2 Alcance .....	102
4.5..Funcionalidad .....	103
4.6..Criterios De Seguridad.....	104
4.7..Preguntas Frecuentes de usuarios (FAQ).....	105
4.8..Glosario del Manual De Usuario .....	106
4.9..Bibliografía y Referencias del Manual de Usuario .....	106
5 Conclusiones	107
6 Recomendaciones	108
7 Referencias Bibliográficas	109
8 ANEXOS	115

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Áreas predeterminadas para personas con Órtesis.</i> .....	23
<b>Figura 2</b> <i>Salva escaleras verticales para sillas de ruedas.</i> .....	24
<b>Figura 3</b> <i>Silla salva escaleras curvas Bison 80.</i> .....	25
<b>Figura 4</b> <i>Salva escalera recta para silla de ruedas.</i> .....	26
<b>Figura 5</b> <i>Ascensor para personas con discapacidad física cerca de las escaleras convencionales.</i> 27	27
<b>Figura 6</b> <i>Ascensor desarrollado por Elisha Otis accionado por un motor a vapor.</i> .....	28
<b>Figura 7</b> <i>Partes de un ascensor eléctrico.</i> .....	29
<b>Figura 8</b> <i>Partes de un sistema elevador de tijeras.</i> .....	31
<b>Figura 9</b> <i>Partes básicas de un winche.</i> .....	32
<b>Figura 10</b> <i>Partes del motor de imán permanente.</i> .....	33
<b>Figura 11</b> <i>Partes de un Motor universal.</i> .....	34
<b>Figura 12</b> <i>Partes de un cable.</i> .....	35
<b>Figura 13</b> <i>Sistema de polea simple.</i> .....	36
<b>Figura 14</b> <i>Sistema de polea móvil.</i> .....	37
<b>Figura 15</b> <i>Elementos de protección para control eléctrico.</i> .....	38
<b>Figura 16</b> <i>Aparatos de mando para un circuito de control.</i> .....	39
<b>Figura 17</b> <i>Aparatos de señalización para un circuito de control.</i> .....	39
<b>Figura 18</b> <i>Tablero básico de control para ascensores.</i> .....	40
<b>Figura 19</b> <i>Tablero de control con dispositivos electromecánicos.</i> .....	41
<b>Figura 20</b> <i>Controlador lógico programable MODICON.</i> .....	42
<b>Figura 21</b> <i>Partes de un PLC LOGO .</i> .....	43
<b>Figura 22</b> <i>Principales instrucciones en lenguaje FUP.</i> .....	45
<b>Figura 23</b> <i>Principales instrucciones en lenguaje KOP.</i> .....	46
<b>Figura 24</b> <i>Principales instrucciones en lenguaje AWL.</i> .....	47
<b>Figura 25</b> <i>UPS modelo APC 2400W.</i> .....	48
<b>Figura 26</b> <i>Medidas de la cabina con respecto a las guías y pared.</i> .....	54
<b>Figura 27</b> <i>Diagrama estático de fuerzas y reacciones.</i> .....	56
<b>Figura 28</b> <i>Diagrama de fuerza cortante y momento flector.</i> .....	57
<b>Figura 29</b> <i>Especificaciones de tubería estructural cuadrada DIPAC.</i> .....	59

<b>Figura 30</b> <i>Tubería estructural cuadrada 40x40x1.5 para la cabina.</i> .....	59
<b>Figura 31</b> <i>Análisis elástico de desplazamiento de la cabina.</i> .....	61
<b>Figura 32</b> <i>Análisis elástico de tensiones de la cabina.</i> .....	62
<b>Figura 33</b> <i>Resultados obtenidos mediante el análisis de factor de seguridad.</i> .....	63
<b>Figura 34</b> <i>Diagrama estático de fuerzas y reacciones.</i> .....	65
<b>Figura 35</b> <i>Diagrama de corte de la viga con cargas puntuales.</i> .....	66
<b>Figura 36</b> <i>Diagrama de momento flector generado por MDSolid.</i> .....	67
<b>Figura 37</b> <i>Especificaciones de perfil laminado HBE de DIPAC.</i> .....	67
<b>Figura 38</b> <i>Viga de soporte de cabina HBE 140 .</i> .....	68
<b>Figura 39</b> <i>Resultados obtenidos mediante el análisis de tensiones.</i> .....	69
<b>Figura 40</b> <i>Diagrama de excentricidad de carga.</i> .....	70
<b>Figura 41</b> <i>Identificación de perfil estructural cuadrado para diseño de las guías.</i> .....	72
<b>Figura 42</b> <i>Instalación de las guías del ascensor.</i> .....	72
<b>Figura 43</b> <i>Características de equipos de izaje CENTURY.</i> .....	73
<b>Figura 44</b> <i>Implementación del grupo motor el sistema.</i> .....	74
<b>Figura 45</b> <i>Configuración de polea móvil.</i> .....	74
<b>Figura 46</b> <i>Características del cable 5/16" DIN3060.</i> .....	75
<b>Figura 47</b> <i>Perfiles de garganta de poleas según normativa DIN15061.</i> .....	76
<b>Figura 48</b> <i>Descripción de interruptores termomagnéticos normalizados.</i> .....	77
<b>Figura 49</b> <i>Diagrama de elementos de protecciones eléctricas.</i> .....	78
<b>Figura 50</b> <i>Diagrama de flujo de funcionamiento del ascensor.</i> .....	79
<b>Figura 51</b> <i>Gabinete de control 40 x 40 x 20.</i> .....	80
<b>Figura 52</b> <i>Elementos del tablero de control.</i> .....	81
<b>Figura 53</b> <i>Diagrama de conexión de componentes eléctricos.</i> .....	82
<b>Figura 54</b> <i>Carcaza para huella dactilar impresa en 3D.</i> .....	83
<b>Figura 55</b> <i>Cableado para sensor y de final de carrera.</i> .....	84
<b>Figura 56</b> <i>Instalación del final de carrera superior.</i> .....	84
<b>Figura 57</b> <i>Instalación de sensor magnético</i> .....	85
<b>Figura 58</b> <i>Diagrama de automatización del ascensor para temporizadores.</i> .....	86
<b>Figura 59</b> <i>Diagrama de automatización del ascensor para Sensores y Paro de Emergencia.</i> ...	86
<b>Figura 60</b> <i>Diagrama de automatización del ascensor condición para subir la cabina.</i> .....	87
<b>Figura 61</b> <i>Diagrama de automatización del ascensor condición para bajar la cabina.</i> .....	87

<b>Figura 62</b> <i>Diagrama de automatización del ascensor para botón principal.</i> .....	88
<b>Figura 63</b> <i>Diagrama de automatización del ascensor para control con huella dactilar.</i> .....	88
<b>Figura 64</b> <i>Diagrama de flujo de suministro de energía.</i> .....	89
<b>Figura 65</b> <i>Ubicación del sistema ininterrumpido de potencia.</i> .....	90
<b>Figura 66</b> <i>Diagrama de aplicación del UPS.</i> .....	92
<b>Figura 67</b> <i>Ensayo de líquidos penetrantes en puntos críticos de la cabina.</i> .....	93
<b>Figura 68</b> <i>Montaje de las guías paralelamente entre si.</i> .....	94
<b>Figura 69</b> <i>Empernado y referenciado de las guías.</i> .....	94
<b>Figura 70</b> <i>Pernos grado 8.8 para montaje de poleas.</i> .....	95
<b>Figura 71</b> <i>Colocación de las señales de seguridad.</i> .....	97
<b>Figura 72</b> <i>Señal de prohibición de uso en caso de emergencia.</i> .....	97
<b>Figura 73</b> <i>Diseño de la portada para el manual de usuario.</i> .....	100
<b>Figura 74</b> <i>Índice de contenidos del manual de Usuario.</i> .....	102
<b>Figura 75</b> <i>Sensor de huella dactilar de planta baja.</i> .....	103
<b>Figura 76</b> <i>Pulsador eléctrico ubicado en el interior de la cabina.</i> .....	104

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Formas de discapacidad física</i> .....	20
<b>Tabla 2</b> <i>Apoyos de Órtesis más comunes</i> .....	22
<b>Tabla 3</b> <i>Partes de un PLC</i> .....	44
<b>Tabla 4</b> <i>Tabla de ecuaciones y formulas</i> .....	49
<b>Tabla 5</b> <i>Requerimientos técnicos para un prototipo de ascensor</i> . .....	51
<b>Tabla 6</b> <i>Determinación de los componentes para la implementación del ascensor</i> .....	53
<b>Tabla 7</b> <i>Propiedades mecánicas del acero 1008</i> .....	60
<b>Tabla 8</b> <i>Resumen de análisis estático y validación</i> .....	64
<b>Tabla 9</b> <i>Capacidad de cables eléctricos AWG</i> .....	77
<b>Tabla 10</b> <i>Significado de la simbología eléctrica</i> .....	83
<b>Tabla 11</b> <i>Tabla de resistencia de Pernos y Tuercas DIN</i> .....	95
<b>Tabla 12</b> <i>Resumen de costos de implantación y construcción</i> .....	99
<b>Tabla 13</b> <i>Hoja de control</i> .....	101
<b>Tabla 14</b> <i>Control de Distribución</i> .....	101

## RESUMEN

El presente proyecto reside en la implementación de un ascensor automatizado de acuerdo a las necesidades de personas con capacidades diferentes para el mejoramiento de la accesibilidad en una vivienda unifamiliar de dos plantas. Considerando como objetivo fundamental mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad física dentro de su propia vivienda minimizando el posible riesgo de caídas al momento de ascender a la planta superior. El sistema de elevación está diseñado para transportar dos personas una de ellas en silla de ruedas en un trayecto de tres metros para ello utiliza un motor eléctrico de imanes permanentes de 1.5 Hp con acople tipo teclé además para su control y automatización cuenta con un PLC de marca Eaton modelo 719 AC RC y con finales de carrera los cuales detectan la posición de la cabina en la planta baja se encuentra colocado un detector de huella dactilares que sirve para que solo el dueño de la vivienda pueda pedir el ascensor si se encuentra en la planta mientras que en la planta superior se encuentra un pulsador que cumplirá la misma función de la huella dactilar. La cabina, guías y elementos mecánicos están construida con acero normalizado SAE 1008 y cumple con las medidas estipuladas por la normativa NTE INEN 2299 (2001); además su diseño se respalda con la simulación de análisis de elementos finitos proporcionada por el complemento Simulation del software SolidWorks.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **ASCENSOR.**
- **DISCAPACIDAD FÍSICA.**
- **PLC.**
- **AUTOMATIZACIÓN.**
- **SIMULACIÓN DE ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS.**

## **ABSTRACT**

The present project consists of the implementation of an automated elevator according to the needs of people with different abilities in order to improve accessibility in a two-storey single-family home. Considering as a fundamental objective to improve the quality of life of people with physical disabilities within their own homes, minimizing the possible risk of falls when ascending to the top floor. The elevation system is designed to transport two people, one of them in a wheelchair, over a distance of three meters. To do so, it uses an electric motor with permanent magnets of 1.5 Hp with coupler type hoist also for its control and automation has a PLC model 719 AC RC Eaton mark and with limit switches which detect the position of the car on the ground floor is placed a fingerprint detector that serves so that only the owner of the house can ask for the elevator if it is on the floor while on the top floor is a button that will serve the same function of the fingerprint. The elevator car, guides and mechanical elements are built with SAE 1008 standardized steel and comply with the measures stipulated by the NTE INEN 2299 (2001) regulation; in addition, its design is supported by the finite element analysis simulation provided by the Simulation add-on to the SolidWorks software.

### **KEYWORDS:**

- **ELEVATOR.**
- **PHYSICAL DISABILITY.**
- **PLC.**
- **AUTOMATION.**
- **SIMULATION OF FINITE ELEMENT ANALYSIS**

## CAPÍTULO I

### 1 Contenidos Generales

#### 1.1 Antecedentes

En la actualidad a la hora de hablar de accesibilidad se hace referencia a que cualquier persona debe tener acceso, entrada o paso a una actividad o lugar sin que exista ninguna clase de limitación sin importar ninguna condición de discapacidad o deficiencia física o de cualquier tipo.

La vivienda representa un elemento esencial y necesario en la vida de cualquier persona sin embargo la existencia de una barrera arquitectónica supone un límite en los derechos de las personas al uso y disfrute estos espacios. Las leyes que existen en la actualidad en materia de accesibilidad, promueven la construcción de espacios sin barreras y la eliminación de las existentes.

Según (Corbalán Pinar, 2010) “Las barreras arquitectónicas deben ser eliminadas para garantizar los derechos de las personas con diversidad funcional, así como mejorar su calidad de vida. Para ello se deben seguir ciertos criterios de Accesibilidad Universal”.

El trabajo de titulación denominado “DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE ASCENSOR PARA PERSONAS CON CAPACIDADES FISICAS DIFERENTES EN SILLAS DE RUEDAS A SER IMPLEMENTADO EN UNA VIVIENDA DE DOS PLANTAS” (Medina Mena & Menendez Freile, 2015), destaca que el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida busca la inclusión social y sustenta que uno de los métodos de movilidad efectivos son ascensores apropiados que brinden seguridad y confort para personas con capacidades físicas diferentes mejorando así su calidad de vida.

## 1.2 Planteamiento del Problema

Más de mil millones de personas viven en todo el mundo con alguna forma de discapacidad, o sea, alrededor del 15% de la población mundial; sin embargo, el número de personas con discapacidad está creciendo. Esto es debido al envejecimiento de la población y al incremento global de los problemas crónicos de salud la cual representa el 66,5% y la principal causa de cualquier tipo de discapacidad según estudios realizados por la **World Health Organization** en países de bajo y mediano desarrollo.

Las personas con discapacidad tienen necesidades ordinarias: de salud y bienestar, de seguridad económica y social, de aprendizaje y desarrollo de aptitudes. Esas necesidades pueden y deberían quedar satisfechas por los programas y servicios convencionales, aún cuando el Ecuador cuenta con un marco legal sobre discapacidades que reglamenta las mismas su impacto e implementación se obstaculiza por la existencia de prejuicios no permite avanzar en el cumplimiento de los derechos de este grupo de personas.

En Quito, según el CONADIS (Consejo Nacional para la igualdad de Discapacidades), hay 65106 personas con discapacidad, el 42.98% poseen discapacidades físicas y día a día luchan contra barreras arquitectónicas implícitas dentro de una ciudad y país no inclusivo.

Sin duda una de las actividades cotidianas más difíciles que las personas con problemas de movilidad reducida tienen que solventar es subir las escaleras. En un hogar de dos plantas habitada por personas con algún tipo de discapacidad física realizar esta actividad se convierte en un serio dilema ya que además del gran esfuerzo físico que la persona ejerce hay que tener en cuenta los riesgos que se manifiestan diariamente.

La mayoría de personas con discapacidad al no contar con algún tipo dispositivo de ayuda se vuelve dependiente de un tercer ente generalmente algún familiar o persona de confianza, perdiendo significativamente autonomía al momento de realizar sus actividades, la adaptación una habitación en la planta baja se ha convertido en la

alternativa restrictiva más utilizada en las familias que presentan dicho inconveniente afectando directamente a la relación y dinámica familiar.

De no solucionarse este problema las personas con discapacidad que habiten en la planta superior de su hogar día a día estarán expuestos a sufrir una serie de accidentes al momento de subir las escaleras que inclusive pueden inducir a la muerte si no existe la oportuna asistencia del cuidador o persona de compañía; por otra parte, el distanciamiento hacia el núcleo familiar generado por las barreras arquitectónicas del hogar estaría incitando a la creación de una familia disfuncional.

Por lo antes expuesto se propone implementar un ascensor para personas con discapacidad física en una vivienda de dos plantas unifamiliar brindando confort y seguridad a la hora del funcionamiento, así como también optimizando el espacio disponible en la arquitectura donde va a ser implementado.

### **1.3 Justificación e Importancia**

Este proyecto tiene como finalidad mejorar la calidad de vida de las personas con problemas de movilidad consiguiendo así eliminar las barreras arquitectónicas presentes dentro de una vivienda de dos plantas, consecuentemente se obtiene una mayor eficiencia en la accesibilidad en las estancias del hogar, evitando así el gran esfuerzo físico que realizan las personas discapacitadas al momento de subir y bajar los escalones.

La implementación de este ascensor para personas con discapacidad física, conseguirá satisfacer las necesidades básicas de movilidad interna que se presentan diariamente dentro de un hogar, adicionalmente se lograra reducir el riesgo de caídas y posibles lesiones de los ocupantes del nuevo sistema de elevación.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Implementar un ascensor automatizado de acuerdo a las necesidades de personas con capacidades diferentes, para el mejoramiento de la accesibilidad en una vivienda unifamiliar de dos plantas mediante un sistema de control electromecánico.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Analizar los parámetros de diseño necesarios considerando las características promedio de una persona con discapacidad física.
- Determinar los componentes y equipos electromecánicos necesarios para la construcción, automatización y montaje del ascensor.
- Demostrar el uso óptimo de funcionamiento de elevación mecánica y control eléctrico del ascensor mediante la puesta en marcha del mismo, exponiendo así su grado de confiabilidad y seguridad.

## 1.5 Alcance

El ascensor implementado permitirá la fácil accesibilidad de las personas con capacidades físicas diferentes a las distintas plantas de su hogar ,para lo cual el sistema de elevación contará con un motor eléctrico al cual se acoplara un sistema de poleas y cables acerados que será comandado por un controlador lógico programable marca Siemens ;la construcción de la canastilla del ascensor se la realizara con tubería cuadrada estructural 20x20x2 y con planchas antideslizantes finalmente para las guías de elevación se considerará el uso de perfiles de acero tipo tubo cuadrado 40x40x2 de esta manera se conseguirá un estilo de vida más comfortable ,garantizando siempre la seguridad y confiabilidad al momento de ocupar este sistema.

## CAPÍTULO II

### 2 Contenidos Teóricos

#### 2.1 Discapacidad Física

La Organización Mundial de la Salud (**OMS**) estipula que la discapacidad física motriz es un “fenómeno complejo que refleja una interacción entre las características del organismo humano y las características de la sociedad en la que vive.” (Negri , 2019).

Abarcando así a todos los problemas de la función corporal sus limitaciones y restricciones. Las razones por la cual una persona puede presentar discapacidad física son variadas, así pues, por lo general se las puede clasificar de la siguiente manera:

**Tabla 1**

*Formas de discapacidad física.*

Origen de la discapacidad	Tipo de discapacidad
Origen cerebral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parálisis cerebral</li> <li>• Traumatismo craneoencefálico</li> <li>• Tumores</li> </ul>
Origen espinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poliomielitis</li> <li>• Espina bífida</li> <li>• Traumatismo medulares.</li> </ul>
Origen muscular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miopatías</li> </ul>
Origen óseo-articulado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malformaciones</li> <li>• Distrofias microbianas</li> <li>• Lesiones óseo articulares</li> </ul>

*Nota.* (Egea García, 2011).

### **2.1.1 Barreras Arquitectónicas y Discapacidad**

“El proceso inconcluso de vinculación entre la discapacidad y arquitectura no puede ser completamente claramente analizado hasta el momento en que un ser querido o quizá podríamos, ser nosotros mismos nos veamos confrontado con esta cruda realidad.” (Look Medical, s/f). Solo así tendríamos la oportunidad darnos cuenta que la discapacidad y movilidad debería ser un compromiso humano, social y político.

De acuerdo con la psicóloga Lía Trujillo la discapacidad no es una característica propia del sujeto, sino el resultado de su individualidad en relación con las exigencias que el medio le plantea. El tipo y grado de discapacidad que la persona padece, le impide valerse por sus propios medios de manera autónoma, viéndose obligada a buscar otras alternativas para satisfacer sus necesidades esenciales. (Sanhueza & Lotito, 2011).

El (Colegio de Arquitectos Madrid, 1976), determinaron que una barrera arquitectónica debe entenderse todo obstáculo que entorpezca, impida o simplemente dificulte a las personas con discapacidad (o de la tercera edad) su libre desplazamiento en lugares de uso público o privados, sean estos espacios exteriores o interiores, o bien, que obstaculicen el uso de servicios comunitarios.

En un enfoque más remoto las actividades cotidianas realizadas por una persona sin discapacidad como caminar, bañarse e incluso subir una vereda o gradas ocupa un área de 60 centímetros cuadrados; sin embargo viviendo una sociedad que habla de mejorar la calidad de vida de manera muy tenue y al ser las personas discapacitadas una minoría dentro de la sociedad los profesionales que tienen directa participación en el diseño, construcción y ornato de una obra arquitectónica no toman o no quieren tomar en cuenta que las personas con capacidades diferentes necesitan alrededor de 85 centímetros cuadrados de espacio para moverse de manera adecuada. (Sanhueza & Lotito, 2011).

## 2.2 Órtesis

Este término se usa para denominar aparatos o dispositivos que ofrezcan apoyos técnicos al cuerpo humano para modificar corregir o facilitar la ejecución de una acción, actividad o desplazamiento mejorando así la función del aparato locomotor estos dispositivos (Tabla 2), se diferencian de las prótesis ya que no sustituyen un órgano o miembro es decir solo reemplaza o refuerza parcial totalmente las funciones. (SIGNIFICADOSORG, 2018).

**Tabla 2**

*Apoyos de Órtesis más comunes.*

<b>Apoyos de Órtesis</b>	
Andadera	“Ayuda técnica que sirve para facilitar la deambulaci3n en espacios libres.” (pág. 3).
Bast3n trípode y cuádruple	“Dispositivo que tiene tres apoyos en la base, este tipo de configuraci3n aumenta la estabilidad del usuario debido a que el peso de la persona se distribuya, pero también aumentando el peso del bast3n.” (pág. 3).
Bast3n de mano	“Ayuda para caminar que permite la descarga parcial del peso al apoyar la mano sobre el mango.” (pág. 3).
Bast3n canadiense	“Ayuda técnica que permite la descarga del peso al apoyar el antebrazo y la mano sobre el bast3n.” (pág. 4).
Muletas	“Ayuda técnica para la marcha, que consigue descargar el peso parcialmente en las axilas y en las manos.” (pág. 3).

## Apoyos de Órtesis

Silla de ruedas

“Silla montada sobre ruedas que permite a una persona desplazarse.” (pág. 3).

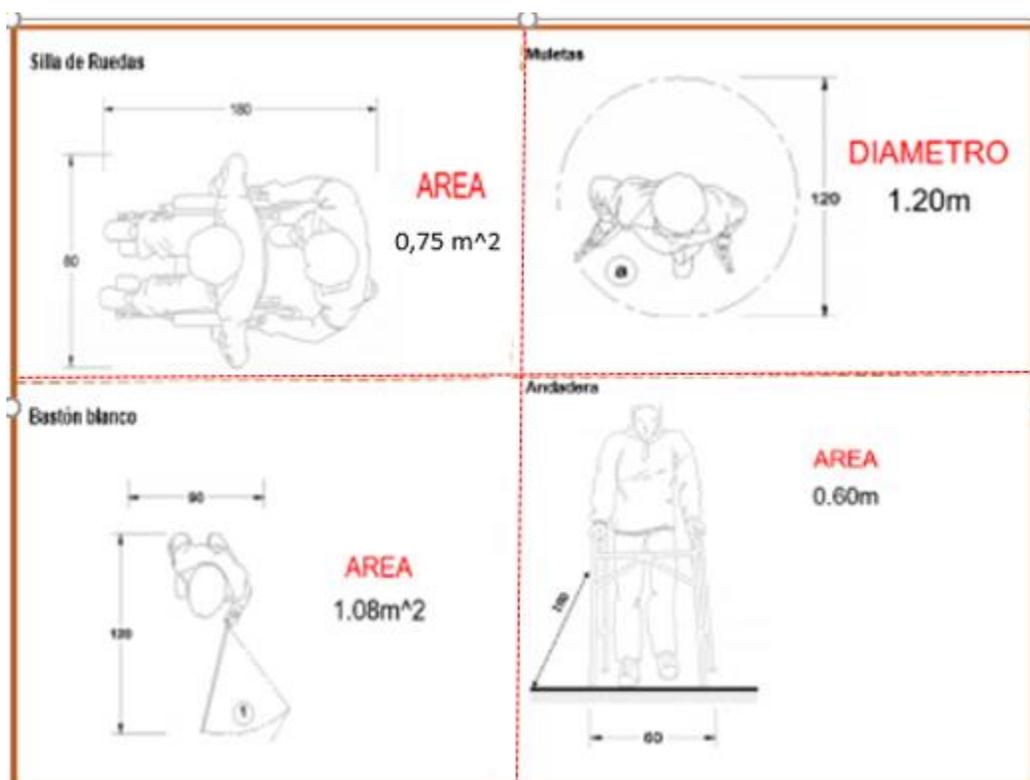
*Nota.* (Instituto Guatemalteco de Turismo, 2011).

### 2.2.1 Áreas y Espacios Necesarias para Personas con Órtesis

Tomando como punto de partida la antropometría que es la ciencia de la medición de las dimensiones y algunas características físicas del cuerpo humano, permitiéndonos medir longitudes, anchos, grosores volúmenes, centros de gravedad y masas de diversas partes del cuerpo; se ha logrado determinar los espacios para que una persona con discapacidad pueda desenvolverse plenamente así lo determina la Figura 1.

**Figura 1**

*Áreas predeterminadas para personas con Órtesis..*



*Nota.* Adaptado de Plataforma Arquitectura, Plataformaarquitectura, 2014,

(<https://www.plataformaarquitectura.cl>), ISSN 0719-8914.

## 2.3 Sistemas de Elevación para Personas con Discapacidad Física

Para minimizar el riesgo de caídas y posibles lesiones de las personas con algún tipo de discapacidad, a lo largo del tiempo se ha desarrollado distintos sistemas de elevación evitando así que estos individuos accedan a pisos superiores subiendo las escaleras en cualquier tipo de edificación. (Organización Mundial Salud, 2020).

### 2.3.1 Salva escaleras Verticales

“Son dispositivos desinados al tránsito de personas con movilidad reducida con capacidad de albergar sillas de ruedas; su diseño es limitado ya que posee un recorrido máximo de 3 metros”. (Paredes, 2017). Posee un sistema de control poco eficaz con pulsadores de presión constante con dos paradas máximas como la Figura 2. Las dimensiones estándar de ese sistema son 1000x 760 mm y soportan una carga máxima de 400kg.<sup>1</sup>

#### Figura 2

*Salva escaleras verticales para sillas de ruedas.*



*Nota.* Adaptado de ELEVAL, Gerles Elevators, 2016,  
(<http://www.elevalascensores.com/ascensores/con-discapacidad>), LLC.

---

<sup>1</sup> Datos obtenidos de Gerles Elevators Cia. Ltda. reconocida a nivel internacional

### 2.3.2 *Silla salva escaleras*

Es un sistema complejo pero funcional que se adapta sobre cualquier tipo de escalera con recorrido curvo la silla está especialmente diseñada para tramos complicados de escalera, cambios de pendiente y escalones compensados; una ventaja superior a otros sistemas es que no daña la estructura del hogar como ejemplo la Figura 3 (...), puede recorrer hasta 40 metros no lineales con un consumo promedio de 0.75kw, su funcionamiento se ve limitado por la capacidad su batería interna. (ElevaL CIA.LTDA., 2016).

#### **Figura 3**

*Silla salva escaleras curvas Bison 80.*



Nota. Adaptado de ELEVAL, Gerles Elevators, 2016,  
(<http://www.elevalascensores.com/ascensores/con-discapacidad>), LLC.

### 2.3.3 *Salva escaleras estables recta*

Emplea el mismo sistema que el producto anterior con la versatilidad que puede ser usada con personas en silla de ruedas (ver *ilustracion4*), puede manejar pesos de hasta 250kg con una inclinación de 45 grados este dispositivo al manejar un peso considerable necesita un motor muy potente que por lo general

es alimentado con corriente alterna por lo que su arranque y parada pueden sentirse algo brusco. (Elevel CIA.LTDA., 2016).

#### **Figura 4**

*Salva escalera recta para silla de ruedas.*



Nota. Adaptado de ELEVEL, Gerles Elevators, 2016,  
(<http://www.elevelascensores.com/ascensores/con-discapacidad>), LLC.

## **2.4 Ascensores**

“Son sistemas de elevación bastantes confiables debido a que los sistemas de guiados deben estar anclados a muros o paredes a diferencia del sistema salva escaleras los cuales solo dependen del anclaje al piso.” (Elevel CIA.LTDA., 2016).

Uno de los principales inconvenientes está en el espacio físico disponible y en la arquitectura de la vivienda (ver *Figura 5*); generalmente los ascensores pueden ser automatizados de acuerdo de las diferentes necesidades de las personas; controlando así su número de paradas o elementos auxiliares como puertas, barandas de protección o rampas. (AGENDA CIUDADANA PARA LA MOVILIDAD SUSTENTABLE, 2012).

**Figura 5**

*Ascensor para personas con discapacidad física cerca de las escaleras convencionales.*



*Nota.* Reproducido de habitismo Corp, ,Habitissimo, 2013,(<https://proyectos.habitissimo.es/proyecto/instalacion-ascensor-en-hueco-de-escalera#1>).

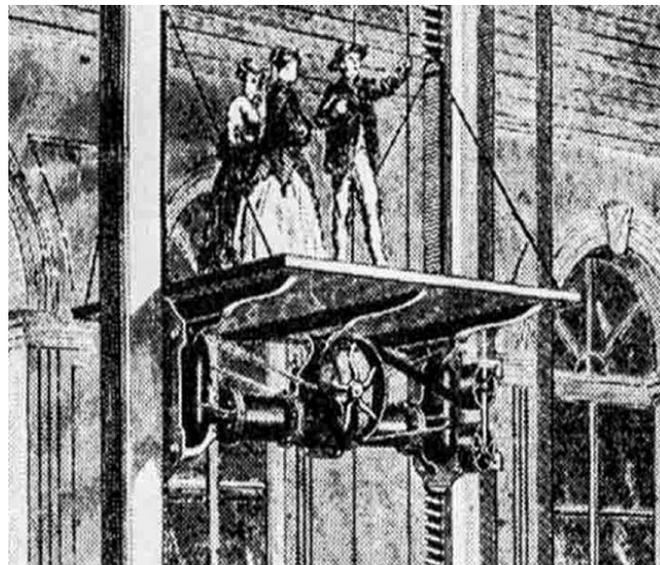
**2.4.1 Ascensores para Personas con Discapacidad Física Motriz.**

El elevador o ascensor se define como el conjunto de sistemas mecánicos eléctricos y electrónicos para realizar un recorrido vertical transportando algún objeto o persona a través de una estructura o edificio(...) un sistema de elevación para personas con discapacidad motriz debe ofrecer ventajas de accesibilidad y movilidad dentro de un espacio físico es decir garantiza el acceso a zonas superiores o con márgenes de altura con notable facilidad pudiendo ser implementada en cualquier espacio arquitectónico ya sea residencial industrial institucional u otros. (HOSPIMEDICA, 2015).

**Historia del Ascensor.** Aunque el ascensor aparente ser un invento de los últimos siglos , existente registros que desde el año 80 d.C. se empiezan a diseñar una serie de artefactos elevadores los cuales movidos por potencia animal (caballos y toros);no es hasta el siglo XIX que los ascensores para personas se diseñan de forma parecida a los que ahora conocemos Elisha Otis, fundador de la empresa que actualmente lleva su nombre, en 1852, inventó el primero freno de seguridad para ascensores los cuales funcionaban a vapor (ver *Figura 6*) en 1872 C.W.Baldwin, invento el elevador hidráulicos los cuales fueron el sistema más dominante en los edificios hasta que en 1880 se empezaron a instalar los primeros ascensores eléctricos de engranajes. (ENIER, s/f).Su funcionamiento fue tan eficiente que hasta en la actualidad los sistemas eléctricos son los más demandados en la industria.

### **Figura 6**

*Ascensor desarrollado por Elisha Otis accionado por un motor a vapor.*



*Nota.* Reproducido de Urban Hub magazine,URBAN HUB,2019,( [https://www.urban-hub.com/es/urban\\_lifestyle/el-ascensor-como-simbolo-de-las-ciudades-modernas/elisha-otis-elevator\\_1200x640/](https://www.urban-hub.com/es/urban_lifestyle/el-ascensor-como-simbolo-de-las-ciudades-modernas/elisha-otis-elevator_1200x640/)).

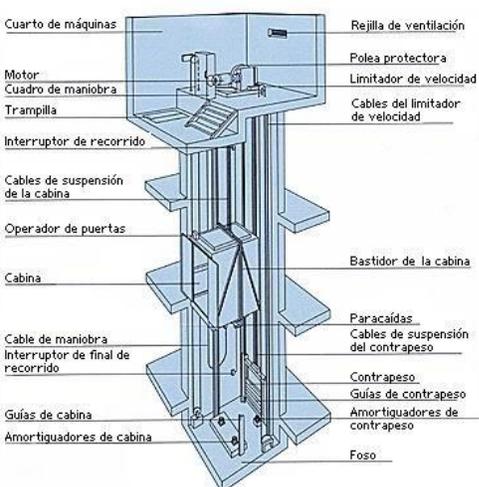
**Clasificación de los Ascensores.** Para el transporte vertical de las personas con discapacidad física se pueden resaltar dos tipos de ascensores clasificados por uso y su tecnología:

- **Ascensores Eléctricos**
- **Ascensores Hidráulicos**

**Ascensores Eléctricos.** El ascensor “eléctrico o de adherencia se basa en el funcionamiento de un sistema de suspensión con cables de acero encarrilados”. (Anónimo, s/f). A una polea de tracción, generalmente el sistema de elevación motriz se encuentra ya acoplada convirtiéndose en un aparato electromecánico llamado motor reductor además para garantizar y complementar el óptimo funcionamiento de un sistema de elevación es necesario una serie de dispositivos que se muestran a continuación en la Figura 7.

### Figura 7

*Partes de un ascensor eléctrico.*



Nota. Reproducido de Google Sites , Anónimo, s/f,

(<https://sites.google.com/site/elascensor20/partes-de-un-ascensor>).

En el mercado existe una gran variedad de ascensores ya que su uso depende de muchos factores como el diseño arquitectónico o la capacidad de carga, sin embargo, cualquier tipo de ascensor eléctrico debe constar con tres sistemas fundamentales.

***El Cuadro de Maniobra.*** “Es el encargado de comandar todas las operaciones del ascensor es decir debe controlar arranques, paradas, posición, estados de la puerta de cabina, velocidad; además todo el elemento de señalización como displays, luces, botoneras y señales sonoras”. (ZINELSA ZENER, 2016).

***El Sistema de Tracción.*** Cumple con la función de generar el movimiento rectilíneo vertical en la cabina se compone del grupo motor y cables de tracción. “Este sistema se entrelaza directamente con el cuadro de maniobra mediante controladores electrónicos; en este sistema también se puede considerar el freno independientemente de que tipo sea, ya que este permanecerá activado durante todo el periodo de parada.” (ZINELSA ZENER, 2016).

***La Cabina.*** “Se compone de todos los componentes estructurares para el transporte de pasajeros está formada la propia cabina que es el espacio físico disponible para los ocupantes y el chasis donde se encuentran los elementos de acople al sistema de tracción.” (ZINELSA ZENER, 2016).

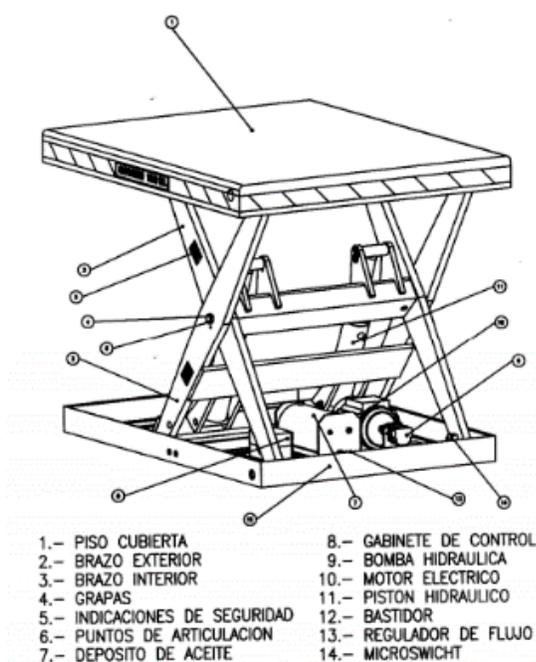
**Los ascensores hidráulicos.** Los ascensores hidráulicos utilizan un sistema de pistón hidráulico accionado por una bomba hidráulica y una válvula de retorno que hace posible que el vástago regrese y el elevador pueda bajar siendo un sistema muy sencillo de controlar, sin embargo, su principal inconveniente se presenta en la distancia de recorrido que es demasiado corto, aunque su capacidad de carga es realmente considerable. (Montejo , 2012).

Otro tipo de ascensor hidráulico se denomina **Plataforma hidráulica de tipo tijeral** el circuito de elevación se realiza mediante el pistón hidráulico, transportando la energía a través de las mangueras hidráulicas (ver Figura 8) la energía hidráulica producida

provoca que la presión y el caudal circulen por el sistema; al momento de ingresar el fluido aceite en la cámara del cilindro hidráulico, empujando al pistón el cual transmite la energía a través de la estructura metálica en forma de tijera para poder elevar la plataforma. (Montejo , 2012). La mayor desventaja es que se necesita una fosa en donde se deben albergar las tijeras, debido a su robustez este sistema se vuelve costoso para un circuito de elevación que supere los dos metros de altura.

### Figura 8

*Partes de un sistema elevador de tijeras.*



*Nota.* Reproducido de PROSPAC, APF PRODUCTS ,2018

,([http://www.apf.com.mx/manuales/Serie\\_TS\\_TSG.pdf](http://www.apf.com.mx/manuales/Serie_TS_TSG.pdf)).

Con los postulados anteriormente tratados se puede percibir una serie de ventajas del sistema eléctrico ante el sistema hidráulico como mayor velocidad y recorrido, no hay necesidad de instalar cuarto de máquinas, buena eficiencia eléctrica y no consume

productos hidrocarburíferos por este motivo el sistema de elevación eléctrica es el más factible para ser instalado en una vivienda.

#### **2.4.2 Descripción de Componentes Eléctricos y Mecánicos del Ascensor**

El sistema eléctrico de elevación o ascensor eléctrico depende en su totalidad de la máquina de tracción, su óptimo funcionamiento y dimensionamiento por lo que es preciso detallar sus componentes y sistemas de elevación.

**Cabrestante (winches).** “Según la Compañía peruana de uso minero un winche es un dispositivo poderoso diseñado para halar una carga a través de una superficie vertical, está impulsado por un motor eléctrico o hidráulico que hace funcionar un set de engranajes.” (COMPAÑÍA PERUANA DE USO MINERO ECOLÓGICO Y TÉCNICO, 2006). Este set de engranajes se acopla a un tambor que contiene enrollado un cable de acero haciendo posible el desplazamiento así lo indica la Figura 9. El tipo de motor y el número de caballos de fuerza “pueden variar de acuerdo a la aplicación al igual que el tren de engranajes presentando diferentes tipos de sistemas, cada uno con sus propias características y beneficios” (TecniYale, s/f).

#### **Figura 9**

*Partes básicas de un winche.*



Nota. Adaptado de Winch Guide, Montaje Electricos ,2017

,(<http://www.montajeselectricoscenteno.es/plano-winche-electrico/>).

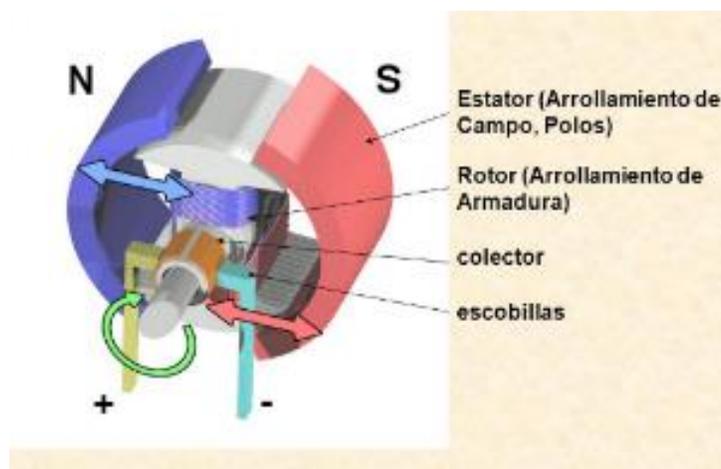
Los winches eléctricos usan 2 tipos de motores de corriente DC, motores universales y motores de imán permanente (...). La capacidad del winche es una combinación de un par de motor y tren de engranajes de reducción de la relación de transmisión. caballos de fuerza del motor tiene un efecto directo tanto en la línea de velocidad y potencia de tiro. (PESCA Y PUERTOS, 2018).

***Motor de imán permanente.*** Los motores (DC) son las primeras máquinas eléctricas diseñadas para convertir la energía eléctrica en energía mecánica.

La corriente continua de imán permanente (PM) convierte la energía eléctrica en energía mecánica a través de la interacción de dos campos magnéticos (...). El primer campo es producido por un conjunto de imanes permanentes, así lo indica la Figura10, el otro campo es producido por una corriente eléctrica que fluye por el motor. Estos dos campos dan como resultado un par de torsión que tiende a girar el rotor. A medida que el rotor gira, la corriente se conmuta para producir una salida de par continua. (PESCA Y PUERTOS, 2018).

### Figura 10

*Partes del motor de imán permanente.*



*Nota.* Adaptado de Electrofacil, SOLTEC, 2017,

(<http://electrofacil-soltec.blogspot.com/2017/03/motor-de-iman-es-permanentes.html>).

Hay varias ventajas típicas de un motor de imán permanente en comparación con los motores de corriente continua de CA o de campo bobinado.

Un motor PM puede proporcionar un par de torsión relativamente alto a bajas velocidades finalmente el campo PM proporciona un auto frenado inherente cuando la potencia del motor se apaga. (PESCA Y PUERTOS, 2018).

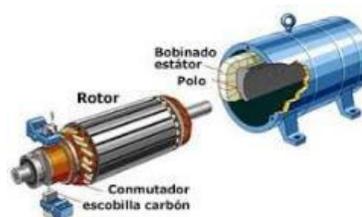
**Motor universal.** Se nombra así por ser el único motor que puede conectarse tanto a corriente alterna como a corriente continua.

Cuando el motor universal se conecta a la corriente continua con una carga constante, la velocidad y la potencia aumentan proporcionalmente con el voltaje aplicado. Cuando este motor se conecta a la corriente alterna con carga constante, la velocidad y la potencia aumentan proporcionalmente con el voltaje aplicado a partir de los 3000 rpm. (Nichese, s/f) .

El motor Universal de la Figura 11 está constituido por una serie de bobinas conductoras conocidas con el nombre de inductor o campos inductores las escobillas que son fabricadas de carbón por ser un material suave y un coeficiente de temperatura negativo manteniéndolas presionadas mediante resortes en el exterior tenemos las tapas que sirven para sostener el eje del motor y dar la estructura mecánica al motor. (Nichese, s/f).

## Figura 11

*Partes de un Motor universal.*



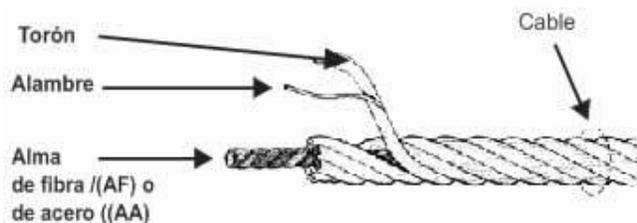
*Nota.* Adaptado de Motores Eléctricos ,Nichese,s/f,

(<http://motores.nichese.com/universal.htm>).

**Cables de tracción.** Uno de los principales y más básicos elementos, que componen los sistemas de elevación, tracción o amarre al hablar de cable de acero de nos referimos a un cable mecánico creado a base de un conjunto de alambres que, unidos, forman un todo, un único cable (...) estos alambres pueden estar enrollados de forma helicoidal en una o más capas, generalmente alrededor de un alambre central, formando los cables espirales. (IzaCables, 2017).

### Figura 12

*Partes de un cable.*



Nota. Adaptado de CablecentroSAC, CablesCentro, s.f,(  
<http://www.cablecentrosac.com/cables.html>).

Los tres componentes básicos del diseño de un cable de acero normal son:

- **Los alambres que forman el torón.** -es la parte más básica del cable de acero es gracias a la unión de varios alambres que conseguimos la fuerza y la resistencia propia de este tipo de cables.” (IzaCables, 2017).
- **Los torones.** - es el lugar donde se enrollan los alambres.
- **El alma** (que puede ser de acero (AA) o de fibra (FB). –“es el lugar donde los torones se entrelazan.” (IzaCables, 2017).

**Carga admisible en cables.** “Como regla general para aplicaciones normales, la carga que puede aplicarse sobre un cable es la carga de tablas divididas por 5. Más

exactamente, la carga que puede aplicarse sobre un cable (carga de trabajo) se determina dividiendo el valor de tablas (Carga de Rotura) por un factor de seguridad (FS). Este factor lo adopta el usuario, pero debe tener en cuenta las recomendaciones del fabricante y las normas”. (CablesCentro, s.f.).

**Sistemas de poleas.** Una polea es considerada como una rueda acanalado o ranura en su periferia la cual rota a través de un eje; se puede decir también que la polea es “una máquina simple, un dispositivo mecánico de tracción, que sirve para transmitir una fuerza. (...) además sirve para reducir la magnitud de la fuerza necesaria para mover un peso”. (Torres, 2014) , a partir de este enunciado entonces se puede establecer la siguiente formula:

$$F=R$$

Siendo: **F**: La fuerza **R**: Resistencia

En el caso de la Figura 13 la fuerza F necesaria para mover una carga R debe ser igual; siendo esta la configuración más básica de una polea simple.

### Figura 13

*Sistema de polea simple.*



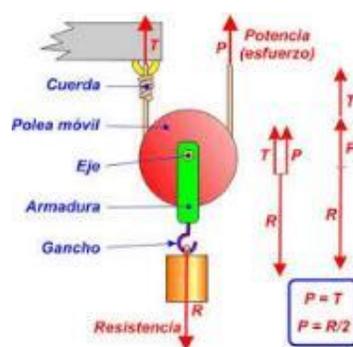
Nota. Adaptado de Xunta de Galicia, Torres,2014,(

[https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contenido/22\\_la\\_polea.html](https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contenido/22_la_polea.html)).

Sin embargo, cuando a las poleas se las colocan estratégicamente hacen que esta simple maquina se convierta en un verdadero sistema de desplazamiento vertical con un alto grado de eficiencia. Siendo este el caso de la polea móvil de la Figura 14 en donde “la fuerza para lograr el equilibrio se divide por dos siempre y cuando las cuerdas trabajen de forma paralela.”. (Del Campo, 2015).

### Figura 14

*Sistema de polea móvil.*



Nota. Reproducido de Polea móvil , CEJAROSU, 2015,(  
[http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec\\_poleamovil.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_poleamovil.htm)).

**Control Eléctrico.** El “CODIGO ELECTRICO ECUATORIANO” define al control como “mecanismo o grupo de ellos que sirve para regular en forma predeterminada la energía eléctrica que llega al aparato que se trata de controlar”. (COLEGIO DE INGENIEROS ELECTRICOS DE PICHINCHA, 1973).

Es decir, es el proceso por el cual se trata de manejar a voluntad el accionamiento y comportamiento de un equipo o dispositivo los aparatos que conforman un sistema de control eléctrico se pueden clasificar de acuerdo a la función que desempeñan pudiendo ser estos:

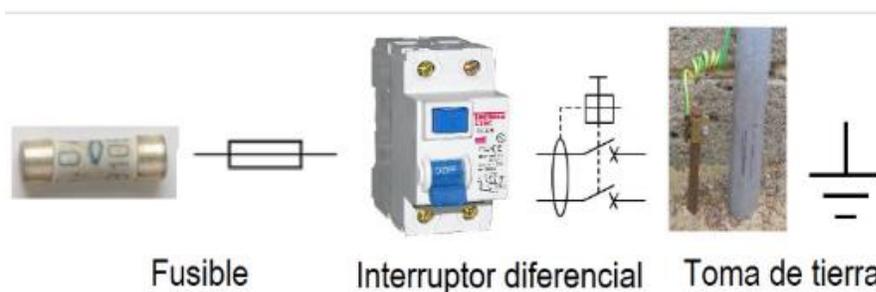
**Aparatos de maniobra.** Todos aquellos aparatos que permiten el paso o la interrupción de la corriente de la red a una carga eléctrica. Citando a ellos elementos

como pulsadores, interruptores, seccionadores e incluso disyuntores que serían aparatos de maniobra automática según lo establece la normativa IEC 60947-1 ya que estos pueden trabajar en condiciones normales y de sobrecarga.

**Aparatos de protección.** “Son dispositivos destinados a interrumpir la alimentación del circuito cuando se presenta una irregularidad en su funcionamiento, particularmente sobrecargas y cortocircuitos.” (Gasca, 2016). Sencillamente aquí se ejemplifican dispositivos como fusibles, dispositivos diferenciales y puestas a tierra los cuales se presentan en la *Figura 15*.

### Figura 15

*Elementos de protección para control eléctrico.*



*Nota.* Reproducido de Tecnología , Instituto de enseñanza a distancia de Andalucía, 2013,([https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947843/contido/315\\_elementos\\_de\\_proteccion.html](https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947843/contido/315_elementos_de_proteccion.html)).

**Aparatos de mando.** Formados por aquellos dispositivos que conmutan circuitos de baja potencia y que son accionados por un usuario es decir pulsadores selectores y otros (*Ilustracion 16*), aunque aquí también se pueden incluir todos los tipos de sensores ya todos estos dispositivos son conocidos también como entradas.

**Figura 16**

*Aparatos de mando para un circuito de control.*



*Nota.* Reproducido de Mando y señalización ,Viec SA,2019,(  
<https://viec.com.ar/materiales-insumos-electricos-para-la-industria-y-electricistas/>).

***Aparatos de señalización.*** Son dispositivos que cumplen con el objetivo de llamar la atención “del usuario o del operador sobre el estado normal o anormal de funcionamiento de un equipo, máquina, circuito o proceso.” (Gasca, 2016). En este apartado se encuentran las sirenas, luces, zumbadores y timbres.

**Figura 17**

*Aparatos de señalización para un circuito de control.*



*Nota.* Reproducido de Aparatos de maniobra y control, Montajes, 2017, pág. 3.

## 2.5 Sistema de Control para Ascensores

Generalmente los sistemas de control eléctrico para ascensores vienen divididos en dos etapas primordiales siendo estas la etapa de control y potencia, “todos los equipos tienen un componente principal corazón y cerebro donde (...) donde se concentra la parte tecnológica y la de control del equipo a este dispositivo se denomina tablero de control” (ELEVATOR MEDELLIN, 2018) . cómo se ejemplifica en la Figura 18.

### Figura 18

*Tablero básico de control para ascensores.*



*Nota.* Reproducido de Parte vital de un ascensor, ELEVATOR MEDELLIN, 2018,( <http://www.thyssenkruppelevadores.com.br/blog-latam/todos/sabes-donde-queda-la-parte-vital-del-ascensor/>).

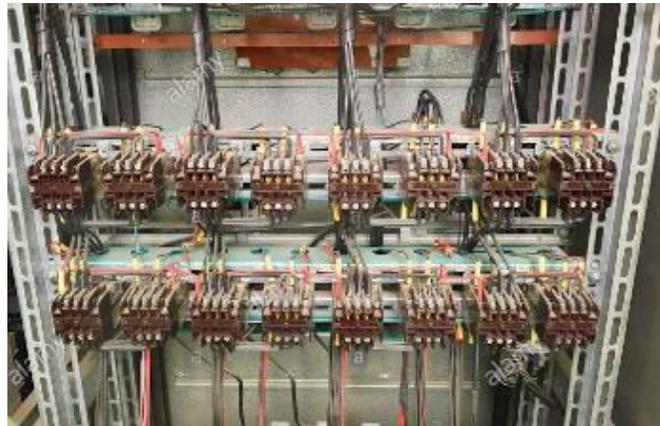
Con el avance progresivo de la tecnología el modo y la lógica de control de los ascensores a presentado una serie de variaciones importantes tanto en factores de eficiencia y seguridad. En sus inicios los ascensores automatizados eran comandados electromecánicamente es decir contactores y sus elementos auxiliares ver *Figura 19* por lo que se necesitaba un inmenso cuarto de máquinas y su operación se veía limitada al número de paradas y recorrido que este realizaba. Convirtiéndose en un control

exageradamente costoso para grandes aplicaciones y poco eficiente ya que su mantenimiento era correctivo y causaba una serie de accidentes.

El problema de los relés era que cuando los requerimientos de producción cambiaban también lo hacía el sistema de control. Dado que los relés son dispositivos mecánicos y poseen una vida limitada se requería una estricta mantención planificada. Por otra parte, a veces se debían realizar conexiones entre cientos o miles de relés, lo que implicaba un enorme esfuerzo de diseño y mantenimiento. (Paredes, 2017).

### Figura 19

Tablero de control con dispositivos electromecánicos.



*Nota.* Reproducido de Automatización de un Sistema de Ascensores, Paredes, 2017, (<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91388/fichero/TFG+-+Automatizaci%C3%B3n+de+Sistema+de+Ascensores.pdf>).

Con la aparición de los controladores lógicos programables en los 60 se logra eliminar el enorme costo que significaba el reemplazo de un sistema de control basado en relés (relays) pero no esta los 70 cuando el uso de los PLC se convierte en una propuesta altamente rentable para automatización. Para ese tiempo “el PLC AMD 2901 y 2903 (*Figura 20*) eran muy populares para aplicaciones de transporte vertical debido a

la larga vida útil que presentaba este dispositivo, pero sin duda lo mas costoso en estos dispositivos eran la programación” (Paredes, 2017) ya que se consideraban genios aquellos que podían insertar los comandos.

### **Figura 20**

*Controlador lógico programable MODICON.*



Nota. Reproducido de ,Timetoast, Timetoast timelines, 2007,  
( <https://www.timetoast.com/timelines/historia-del-plc-02c1e238-b9fe-4455-b55a-3b5e84ecb3c9>).

#### **2.5.1 Controlador lógico programable PLC**

“Los PLCs se define como un Módulo Lógico Inteligente que permite el control de varias salidas mediante la programación de Varias entradas. son los módulos lógicos inteligentes para proyectos de automatización a pequeña escala.” (Siemens LOGO, 2014).

Las ventajas que presentan los PLC son muchas:

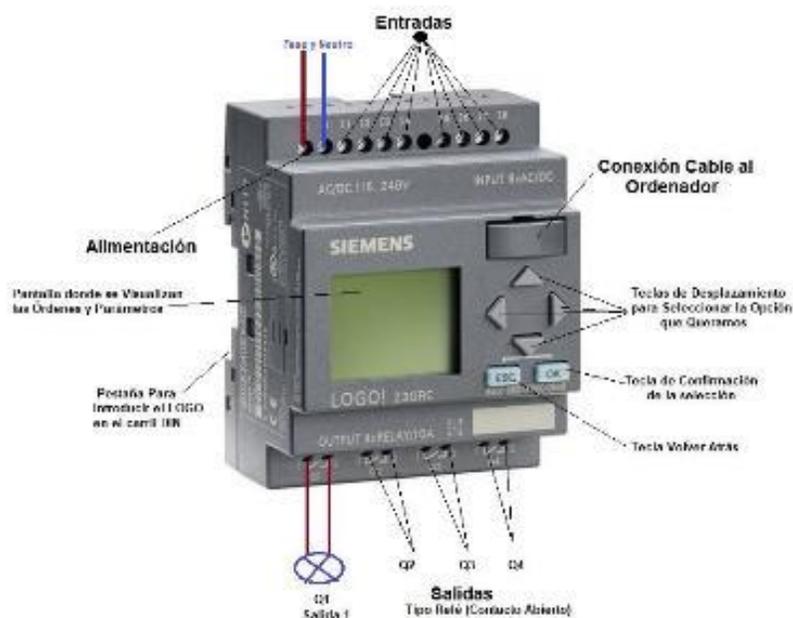
- Son asequibles en precio.
- Por ser programable, es flexible y versátil.

- Ahorra mucho cableado.
- Es fácil de mantener si es necesario realizar modificaciones.
- Es escalable se pueden añadir más o menos entradas y salidas.

Como punto de partida el programa de control debe ser previamente diseñado introducido por el técnico, este trabaja en base a la información recibida por los sensores o entradas analógicas, actuando sobre las Salidas.es decir en función de las señales recibidas de entrada el programa establecerá unas señales de salida.

### Figura 21

*Partes de un PLC LOGO .*



Nota. Reproducido de Código Electronica,Fernandez, 2017,(  
<http://codigoelectronica.com/blog/partes-plc-siemens-logo>).

**Partes de un PLC.** Todos los módulos disponen de las siguientes partes independientemente del modelo que sea debido a que sus diferentes presentaciones varían en el tipo de alimentación y el tipo de salida.

**Tabla 3***Partes de un PLC.*

<b>Partes de un PLC</b>
<b>Fuente de alimentación:</b> Podemos conectar la fuente de alimentación ya sea de 12-24VDC o 120-220VAC.
<b>Salidas:</b> Salidas para la carga de potencia, contamos con 4 sin expansión; máximo 16 con expansión.
<b>Ranura para modulo con tapa:</b> Podemos conectar el cable de programación en versiones 6.
<b>Panel de control:</b> Botones de control del menú.
<b>LCD:</b> Pantalla para visualizar el estado del PLC.
<b>Interfaz de aplicación:</b> Conector para el módulo de expansión.

*Nota.* Adaptado de (Fernandez, 2017).

**Principales Lenguajes de Programación.** Para que estos dispositivos realicen cualquier tarea de automatización que el operador requiera es importante establecer un nexo máquina – hombre, es decir el operador debe establecer los parámetros o condiciones que se deben cumplir para que el aparato funcione. Al conjunto de todas estas acciones las denominaremos programación.

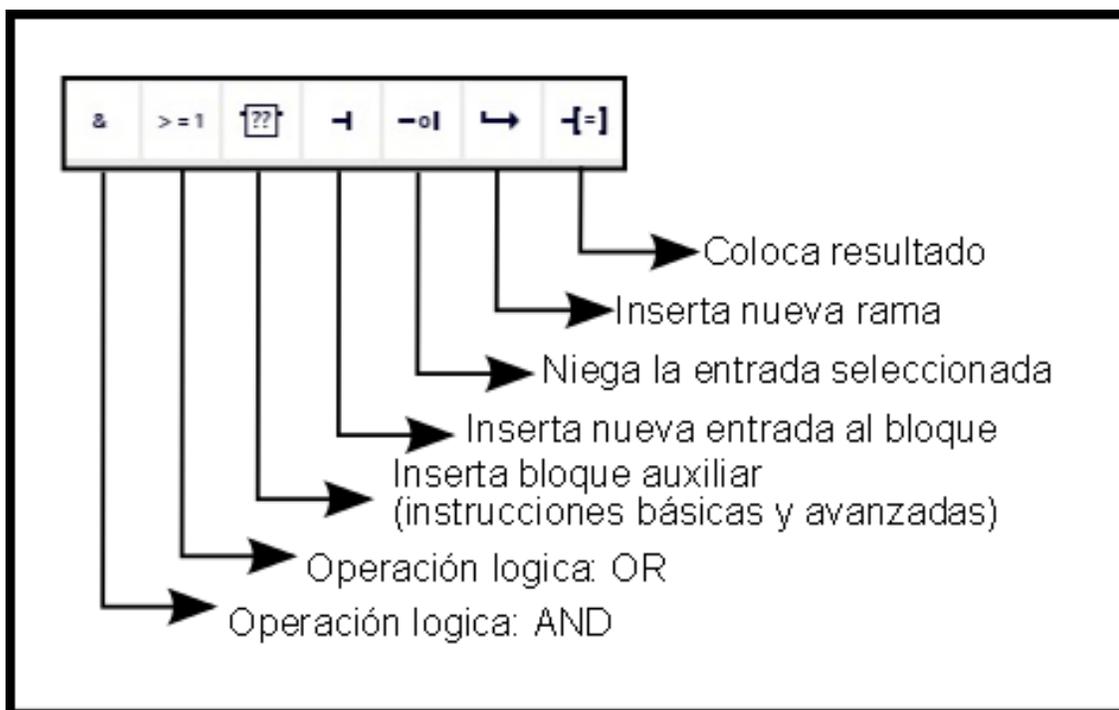
**Lenguaje FUP.** Este lenguaje se denomina *diagrama de funciones* está íntimamente ligado con la lógica booleana, ya que todas las funciones se representan por medio de funciones lógicas tales como: OR, AND, NOT, XOR,

NAND, NOR, etc. Además, incluye funciones matemáticas más complejas en forma de bloques. (AUTOTRACEN, 2020).

Las principales instrucciones que podemos encontrar al programar en este lenguaje se indican en la Figura 22.

**Figura 22**

*Principales instrucciones en lenguaje FUP.*



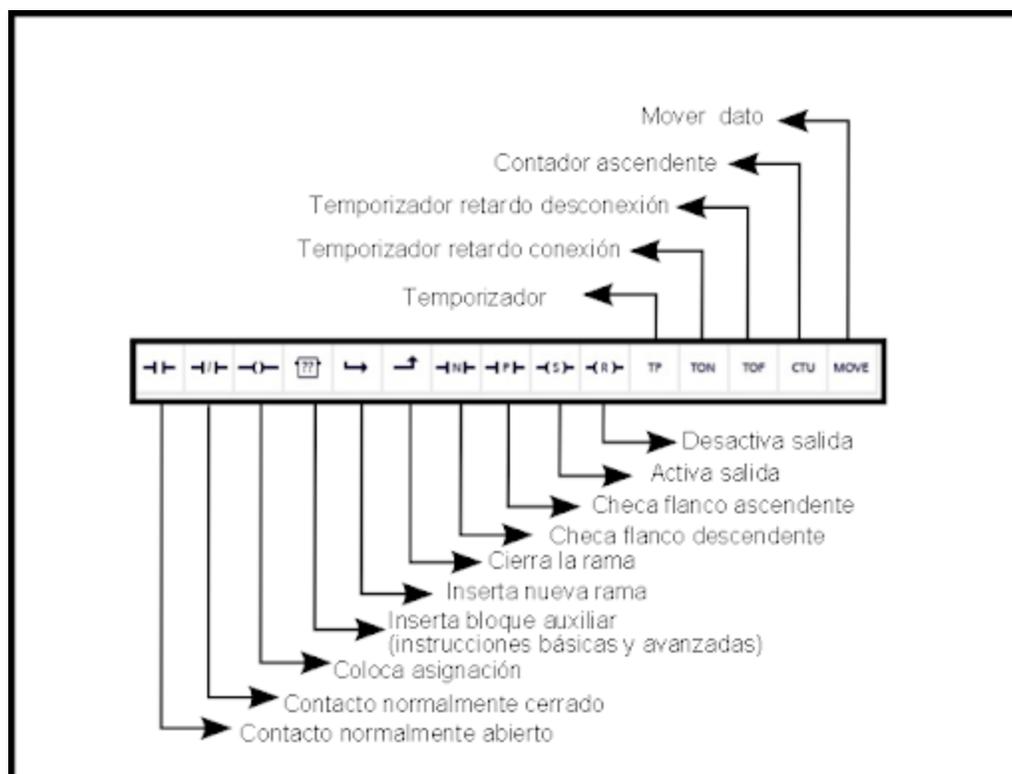
*Nota.* Adaptado de Lenguaje SIEMENS, AUTOTRACEN, 2020, (<http://www.autracen.com/lenguajes/>).

**Lenguaje KOP** . También conocido como diagrama de contactos o de escalera.

A diferencia del FUP este lenguaje hace uso de lógica booleana por medio de contactos eléctricos en serie y en paralelo. Actualmente es el lenguaje más ocupado en la programación de PLC's ya que es muy fácil de entender para personas familiarizadas a diagramas eléctricos. (AUTOTRACEN, 2020).

**Figura 23**

*Principales instrucciones en lenguaje KOP.*



*Nota.* Adaptado de Lenguaje SIEMENS, AUTOTRACEN, 2020,

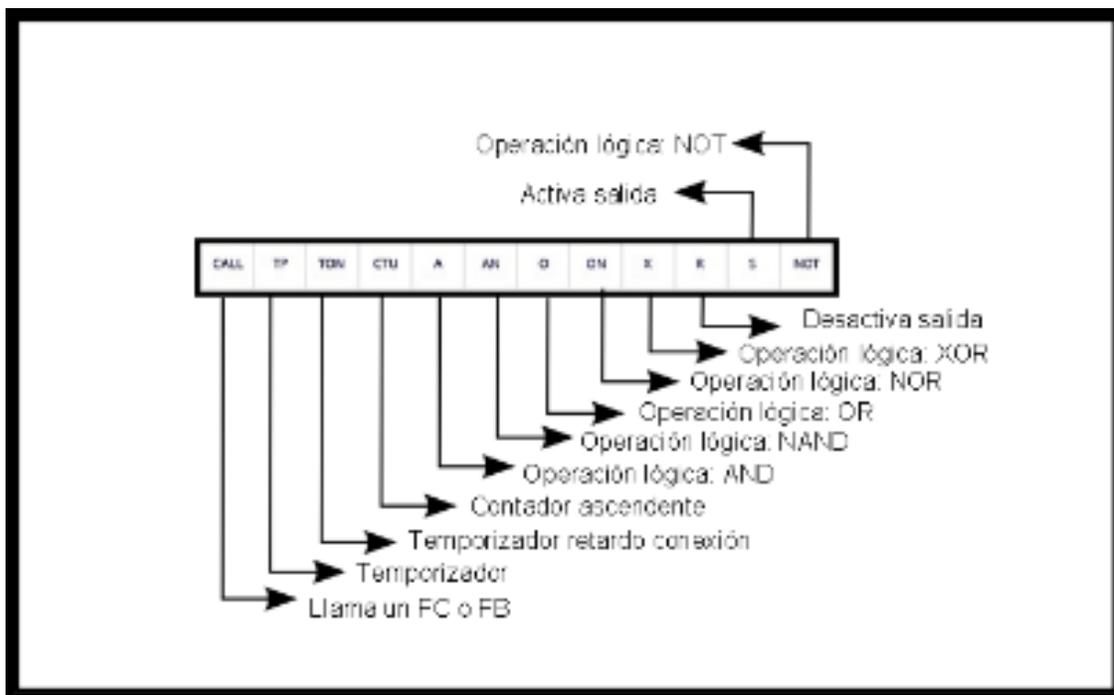
( <http://www.autracen.com/lenguajes/>).

**Lenguaje AWL.** Este lenguaje se parece a la programación utilizada en ensamblador.

Ya que busca dar instrucciones en un nivel muy bajo de programación para que el controlador no pierda mucho tiempo en traducir la información. La gran desventaja que existe con este lenguaje es el tamaño del código que se hace más grande mientras más complejo es el proceso. (AUTOTRACEN, 2020).

**Figura 24**

Principales instrucciones en lenguaje AWL.



*Nota.* Adaptado de Lenguaje SIEMENS, AUTOTRACEN, 2020,  
( <http://www.autracen.com/lenguajes/>).

## 2.6 Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS)

Es un sistema de respaldo de energía a un dispositivo, se utiliza para evitar daños o fallas debido a cortes de luz inesperados, fluctuaciones de tensión y otras irregularidades en el suministro de energía (...) los UPS como los de la Figura 25 dan energía eléctrica a equipos llamados cargas críticas, como pueden ser aparatos médicos, industriales o informáticos que requieren tener siempre alimentación y que ésta sea de calidad, debido a la necesidad de estar

en todo momento operativos y sin fallos generados picos o caídas por fallas de tensión. (AC&CC Ingeniería eléctrica, 2018).

La potencia será la medida más importante para adquirir un UPS, ya que es la que va a determinar la cantidad de energía que va a ser suministrada a nuestro ordenador (...). La potencia en un UPS puede venir medida en Voltiamperios (VA) por ser un equipo que trabaja con corriente alterna y cuenta con elementos inductivos que generan energía reactiva, o directamente en Vatios (W).

Otro parámetro esencial será la cantidad de tiempo que podrán suministrar energía las baterías del SAI. Entre más duración tengan, mayor será el coste, como es normal además debemos fijarnos en qué potencia podrán suministrar estas baterías y durante cuánto tiempo, así podremos más o menos saber durante cuánto tiempo podremos trabajar sin suministro general de corriente.

(Castillo, 2019)

### Figura 25

UPS modelo APC 2400W.



*Nota.* Reproducido de AC&CC Ingeniería eléctrica AC&CC Ingeniería eléctrica, 2018,(  
<https://www.ac-cc.com/blog/como-funciona-una-ups>).

## CAPÍTULO III

### 3 Determinación de Componentes Eléctricos y Mecánicos para un Ascensor con Capacidad de 150kg. `

Aunque en nuestro país no exista una normativa que regule la instalación de ascensores dentro de una vivienda privada el Instituto Ecuatoriano de Normalización en el apartado NTE INEN 2 299:2001 titulado “ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y MOVILIDAD REDUCIDA AL MEDIO FÍSICO establece los requisitos que deben cumplir los ascensores en los edificios, de tal forma que permitan la accesibilidad de las personas con discapacidad y movilidad reducida” (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2000).

Teniendo, así como finalidad el transporte vertical lineal de dos personas en un circuito de elevación aproximado de tres metros reemplazando el esfuerzo físico y el riesgo que implica subir escalones teniendo una discapacidad motriz.

#### 3.1 Tabla de Ecuaciones y Formulas

**Tabla 4**

*Tabla de ecuaciones y formulas*

	<b>Descripción</b>	<b>Formula</b>
Ecuación 1	Cantidad de personas para la cabina	$\#personas = \frac{area\ diponible}{area\ personal}$
Ecuación 2	Carga útil del ascensor	$Carga\ util = (\# de\ personas * peso\ promedio )$

	<b>Descripción</b>	<b>Formula</b>
Ecuación 3	Sumatorias de fuerzas en vigas	$\Sigma Fx = 0$
		$\Sigma Fy = 0$
Ecuación 4	Cálculos de momentos	$M=F*D$
Ecuación 5	Momentos máximos en vigas	$M_{max} = \frac{PL}{4}$
Ecuación 6	Sección mínima de los materiales	$Sx = \frac{M_{max}}{23.76ksi}$
Ecuación 7	Reacción en las guías	$Rh = \frac{Q * a}{8 * d}$
Ecuación 8	Cálculo de flecha	$f = \frac{Rh * Ik^3}{48 * E * It}$
Ecuación 9	Corriente eléctrica	$I = \frac{P}{V} * Cos f.p.$

### 3.2 Criterios de diseño del sistema de elevación

**Medidas de la Cabina.** Haciendo referencia a la normativa INEN 3139 del Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2000, la cabina debe medir 1200 mm x1000mm x 2000mm (profundidad x ancho x alto) como medidas mínimas para albergar una silla de ruedas además es muy importante que el piso sea antideslizante.

**Automatización y control.** Dentro de las características generales de la norma se indica que el funcionamiento del ascensor debe presentar una “variación máxima de 20mm entre el piso y la entrada de la cabina al momento de embarque o desembarque; además las botoneras deben encontrarse a 900mm del piso y deben estar colocados en

las paredes cercanas al ascensor ." (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2000).

**Seguridad y Mantenimiento.** El sistema de transmisión de potencia indistintamente del tipo que sea debe estar minuciosamente diseñado tratando siempre de obtener elementos normalizados existentes en el mercado para su posterior mantenimiento y reemplazo hay que recalcar que el dimensionamiento del cable de acero y la potencia del motor y todos sus elementos de protección jugaran un papel muy fundamental en el tiempo de vida del sistema. Finalmente, el ascensor debe presentar una serie de requerimientos técnicos los cuales se indican en la Tabla 4 mismos que garantizaran el óptimo funcionamiento.

**Tabla 5**

*Requerimientos técnicos para un prototipo de ascensor .*

<b>Núm.</b>	<b>Denominación</b>	<b>Requerimiento</b>
1	Función	Traslado vertical de una persona con capacidades especiales físicas con un peso promedio 80 kg. Y un acompañante con un peso promedio de 80 kg.
2	Estructura	Soportar la cabina de 1.00 x 1.20m y los dos usuarios y generar el menor esfuerzo
3	Área útil	Área de instalación 1.20 x 1.20m, A= 1.44m <sup>2</sup>
5	Aplicación	Reemplazo del esfuerzo físico del usuario en silla de ruedas a movilizarse a una segunda Planta
6	Materiales	Disponibilidad de materiales en el mercado nacional
7	Operación	Control del ascensor interno y externo
8	Seguridad	Movilización segura de los usuarios
9	Ergonomía	Fácil acceso y control del ascensor
10	Mantenimiento	Mantenibilidad

<b>Núm.</b>	<b>Denominación</b>	<b>Requerimiento</b>
11	Costos	Asequible para todo público
12	Estabilidad	Estable estructuralmente
13	Mecanismo de elevación	Eléctrico, mecánico, hidráulico
14	Fabricación	Métodos de fabricación
15	Montaje	Instalación del sistema de ascensor mecánico y eléctrico
16	Uso de energía	Uso eficiente de energía

*Nota.* Adaptado de (Medina Mena & Menendez Freile, 2015).

### **3.3 Selección de componentes eléctricos y mecánicos para la implementación del ascensor.**

Para determinar los componentes necesarios para la construcción e implementación del proyecto es factible fraccionarlo en dos sistemas: el primero sistema estructural diseño de la cabina donde se tratará temas de diseño y dimensionamiento de materiales para la cabina, viga principal de soporte y las guías de elevación. Posteriormente se establecerá los procedimientos para determinar los componentes del grupo tractor tales como motor eléctrico, poleas y cables además los elementos de conexionado y del sistema de automatización y potencia.

**Tabla 6**

*Determinación de los componentes para la implementación del ascensor.*

<b>SISTEMA</b>	<b>COMPONENTES</b>
<b>Estructural</b>	Tubería estructural cuadrada
	Tubería estructural rectangular
	Placas de anclaje al hormigón
	Pernos de expansión
	Ejes termoplásticos “duralon”
	Plancha de acero antideslizante
<b>Eléctrico</b>	Contactares
	Interruptores termo magnéticos
	Motor eléctrico
	Pulsadores
	Sensores finales de carrera
	Controlador lógico programable
	Cables eléctricos

Una vez establecidos los componentes y partes del sistema de elevación es pertinente realizar un diseño previo de la cabina con la finalidad de determinar las medidas aptas del mismo con el afán de que la cabina no interfiera con el espacio arquitectónico disponible.

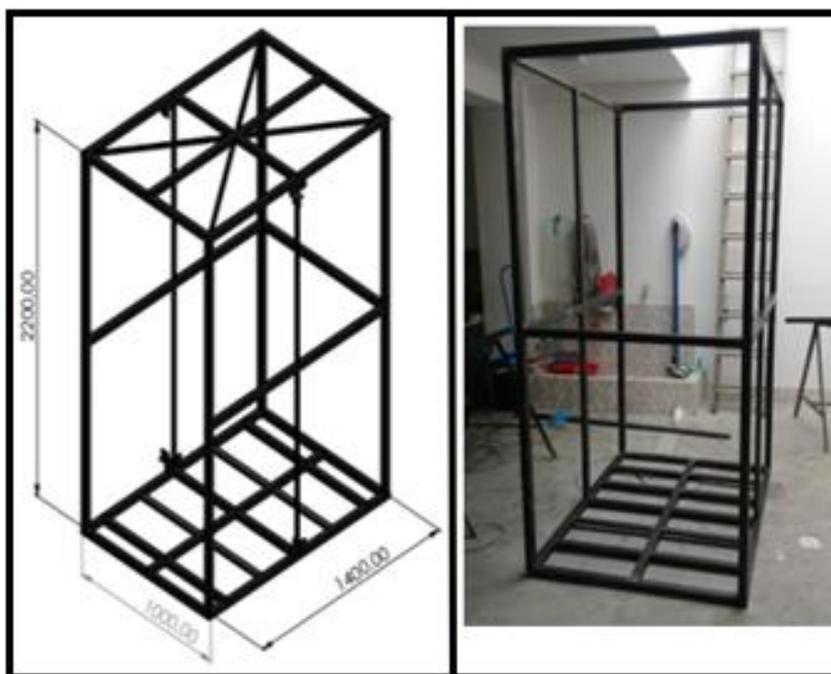
Según el autor de la tesis “DISEÑO MECANICO DE UN ASCENSOR MONTACARGAS.” (Herrera, 2013). se establece una serie de ecuaciones para calcular el espacio interior necesario en una cabina para que no exista aglomeración de personas en este caso de determino que el área para una persona con discapacidad es

de 0.75m<sup>2</sup> y el espacio disponible es regido por 1100mm de ancho ,1500mm de profundidad y 3000mm de alto.

La Figura26 indica las medidas principales de diseño teniendo en cuenta que las guías de elevación sistema anti pandeo y espacio disponible. Obteniendo las siguientes medidas de cabina<sup>2</sup> (100x2200x1400).

### Figura 26

*Medidas de la cabina con respecto a las guías y pared.*



*Nota.* Diseño elaborado en SOLIDWORKS 2019 y montaje real.

Aplicando la ecuación se puede calcular la cantidad de personas que pueden ingresar a la cabina:

---

<sup>2</sup> El plano completo de la cabina se encuentra en el **Anexo1**

$$\#personas = \frac{\text{area disponible}}{\text{area personal}}$$

Entonces:

$$\#personas = \frac{1.278m^2}{0.75m^2} = 1.704 \cong 2 \text{ personas}$$

Una vez establecida la capacidad de la cabina de elevación se procede a calcular la carga útil como se detalla en el libro “Los transportadores en la ingeniería industrial” el cual menciona además que “la carga que se debe prever es de 75 kg por persona” (Miraverte, Larrode , Cuartero, & Castejon , 1998).

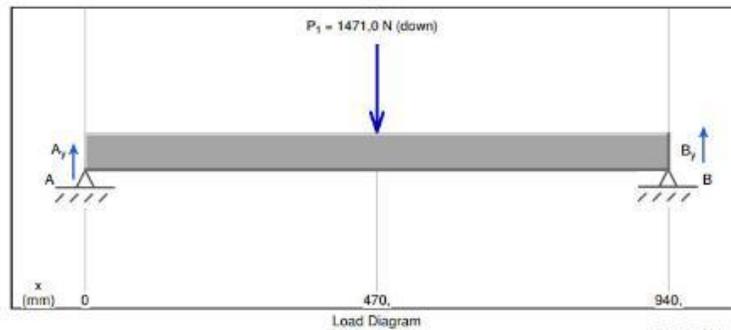
$$\text{Carga util} = (\text{número de personas} * \text{peso promedio} )$$

$$\text{Carga util} = (2 * 75kg) = 150 \text{ kg}$$

### 3.3.1 Sistema estructural

El diseño estructural se basa en la hipótesis y características básicas del acero de construcción SAE 1008 que se provee en el mercado ecuatoriano mediante la empresa DIPAC y puede encontrarse con facilidad en forma de acero rectangular, acero cuadrado, acero redondo, placa de acero, y también se hace comúnmente en todo tipo de secciones de acero, como vigas H, vigas I, canal U, ángulo de acero, tubo de acero.

**Determinación de la sección del material.** Siendo la base de la cabina la parte más crítica la cual soportará todas las cargas vivas es necesario realizar un diagrama estático para establecer las fuerzas, reacciones y conseguir la sección mínima necesaria para el diseñarla. Con cálculos mecánicos de vigas se puede obtener el diagrama de la Figura 27.

**DATOS****Largo: 0.94m****Carga Puntual: 150kg/f = 1471N****Figura 27***Diagrama estático de fuerzas y reacciones.*

$$\Sigma F_x = 0$$

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$+A_y + B_y - 1471N = 0$$

$$A_y = 1471N - B_y \dots Ec1$$

$$+\uparrow \Sigma M_A = 0$$

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$A_y(0) - 1471(0.45m) + B_y(0.90) = 0 \dots Ec2$$

**Reemplazando Ec1 en Ec2**

$$(1471 - A_y)(0) - 1471(0.45m) + B_y(0.90) = 0$$

$$B_y = 735.5N$$

$$A_y = 735.5N$$

Con la ayuda del software MDSolid obtenemos los diagramas de fuerza cortante y momento flector (*Figura 28*) los cuales validan los siguientes cálculos.

### Calculo de momentos

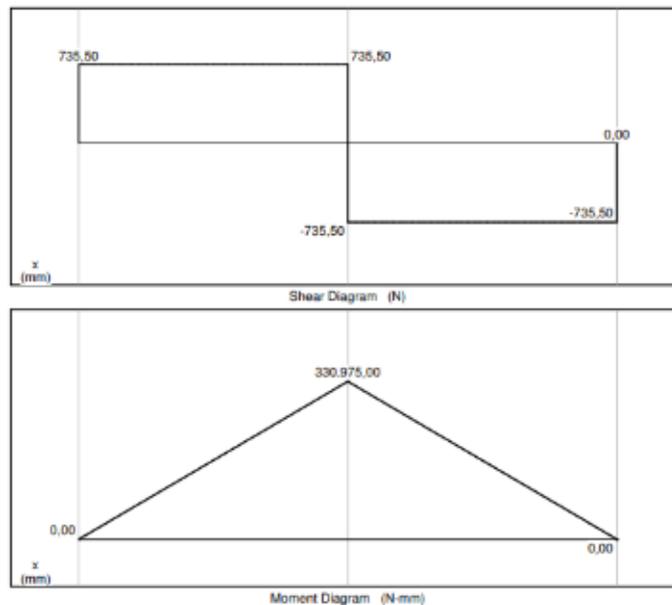
$$M1 = 735.5N * 0.45m$$

$$M1 = 330.98Nm$$

$$M2 = -735.5N * 0.45m = -330.98m$$

### Figura 28

*Diagrama de fuerza cortante y momento flector.*



Según 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” (Cadena & Pineda, 2018) se determina la siguiente ecuación.

$$M_{max} = \frac{PL}{4}$$

Siendo:

P=Carga máxima

L=Longitud en metros

$$M_{max} = \frac{1471 * 0.90m}{4}$$

$$M_{max} = 330.975 Nm$$

Con el momento máximo determinando se puede obtener la sección mínima ( $S_x$ ) del material que se puede aplicar en la base de la cabina.

$$S_x = \frac{M_{max}}{23.76ksi}$$

Entonces se transforma los Nm en klb\*in siendo:

$$330.975 Nm = 2.93 Klb*in$$

Aplicando la formula tenemos

$$S_x = \frac{2.93klb * in}{23.76ksi}$$

$$S_x = 0.12in^3 = 2.01 cm^3$$

Finalmente, en el catálogo de la empresa DIPAC de la Figura 29 buscamos el perfil estructural que cumpla con la sección calculada.

**Figura 29**

*Especificaciones de tubería estructural cuadrada DIPAC.*

Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y		
A mm	Espeor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	i cm <sup>2</sup>
12	0,8	0,30	0,37	0,09	0,14	0,48
12	1,0	0,37	0,50	0,11	0,18	0,47
15	0,8	0,36	0,45	0,15	0,20	0,58
15	1,0	0,45	0,61	0,20	0,26	0,57
20	0,8	0,49	0,61	0,38	0,38	0,79
20	1,0	0,80	0,83	0,80	0,50	0,77
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
25	0,8	0,61	0,77	0,61	0,61	0,99
25	1,0	0,76	1,05	0,80	0,80	0,98
25	1,2	0,90	1,14	0,87	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	0,97	0,97	0,95
30	0,8	0,74	0,93	0,89	0,89	1,19
30	1,0	0,92	1,27	1,18	1,18	1,18
30	1,2	1,09	1,38	1,28	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	1,47	1,47	1,15
40	0,8	0,89	1,25	1,61	1,61	1,80
40	1,0	1,23	1,71	2,16	2,16	1,59
40	1,2	1,47	1,86	2,34	2,34	1,59
40	1,5	1,82	2,25	2,74	2,74	1,56
50	1,2	1,84	2,34	3,72	3,72	1,99
50	1,5	2,29	2,85	4,42	4,42	1,97

Nota. Adaptado de DIPAC Productos de acero, DIPAC, 2016,

(<http://www.dipacmanta.com/tubos/tubos-estructurales/tubo-estructural-cuadrado-negro>).

Así se puede concluir que se puede utilizar perfiles estructurales cuadrados DIPAC mayores o iguales al de 40 mm con espesor de 1 mm como el de la Figura 30.

**Figura 30**

*Tubería estructural cuadrada 40x40x1.5 para la cabina.*



Una vez establecido la cantidad de componentes y aprobada las dimensiones es se puede realizar un análisis estático de la estructura lo cual servirá para validar o descartar la hipótesis anteriormente planteada; con la ayuda del paquete de simulación de SolidWorks se puede prever el comportamiento de cualquier estructura bajo cualquier condición real de trabajo.

Con el análisis estático podemos obtener el valor de las tensiones en todas las zonas de la estructura, su desplazamiento, deformación y lo más importante en casos estructurales el factor de seguridad.

**Propiedades de Material SAE J 403 1008.** Los aceros de bajo porcentaje de carbono se clasifican según la SAE “desde SAE 1005 a 1015 se seleccionan en piezas cuyo requisito primario es el conformado en frío. Los aceros no calmados se utilizan para embutidos profundos (...) son adecuados para soldadura. Su maquinabilidad se mejora mediante el estirado en frío. Son susceptibles al crecimiento del grano, y a fragilidad y rugosidad superficial si después del formado en frío se los calienta por encima de 600°C” (SAE, s/f).

El material SAE J 403 1008 presenta una serie de materiales equivalentes en otras normativas siendo los más comerciales materiales como AISI 1008, DIN1.0211, ASRM A366, DIN DC03, DIN St13, DIN 1.0204.

### Tabla 7

*Propiedades mecánicas del acero 1008*

<b>Acero 1008</b>		
<b>Fuerza de Tensión</b>	<b>340 MPa</b>	<b>49300 psi</b>
<b>Límite elástico (según el temperamento)</b>	285 Mpa	41300 psi
<b>Módulos elásticos</b>	190-210 Gpa	27557 30458 ksi

## Acero 1008

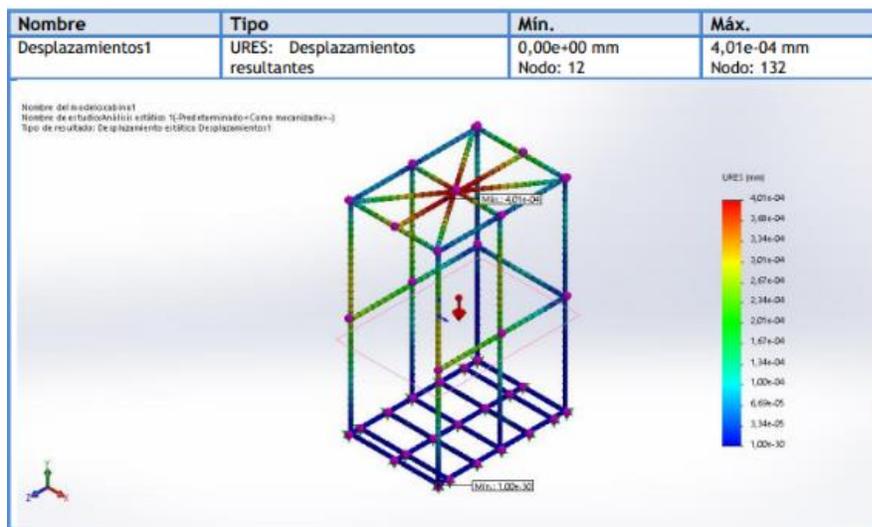
<b>Módulo a granel</b>	200 Gpa	29000 ksi
<b>Módulo de corte (típico del acero)</b>	80.0 Gpa	11600 ksi
<b>Coefficiente de Poisson</b>	0.27-0.30	0.27-0.30

*Nota.* Reproducido de SolidWorks 2019.

**Análisis de Desplazamiento.** El estudio demuestra que el desplazamiento de la estructura con una carga tipo masa de 150kg y sometido a fuerzas de gravedad normal presenta una deformación de  $4,01e-04$  mm en el nodo 132 (ver Figura 31), lo que se puede considerar un desplazamiento admisible siendo un punto a favor para la validación de la hipótesis planteada inicialmente.

### Figura 31

*Análisis elástico de desplazamiento de la cabina.*



*Nota.* SolidWorks Simulation 2019.

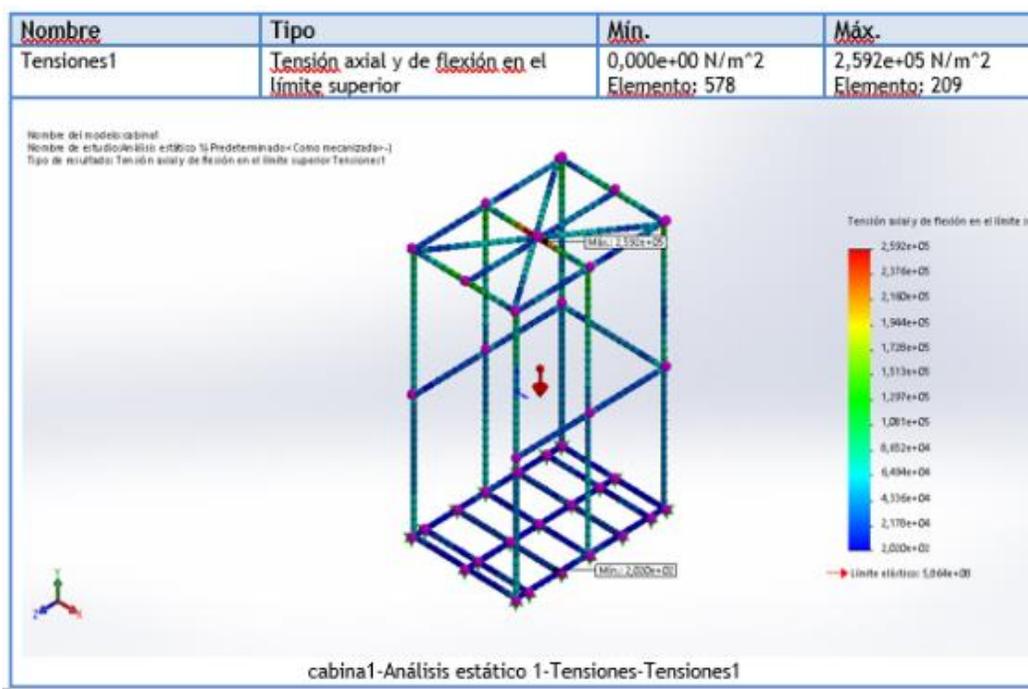
**Análisis de tensiones.** La normativa ASTM (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales) “menciona que el acero con grado 1008 es aplicable a una gran variedad de perfiles estructurales laminados en frío y a placas de la misma calidad tiene y un esfuerzo de ruptura en tensión de (400 a 550MPa, 58 a 80 ksi)”. (AHMSA, s/f)

Con el análisis computacional se pudo obtener que el esfuerzo de tensión en la estructura es menor a la del material como se muestra en la *Figura 32*.

Con estos resultados se puede ratificar la estructura y material planteado como suposición

### Figura 32

*Análisis elástico de tensiones de la cabina.*



*Nota.* SolidWorks Simulation 2019.

**Factor de seguridad.** El factor de seguridad es el valor más importante en diseños estructurales, los cálculos del factor de seguridad se basan en el criterio de

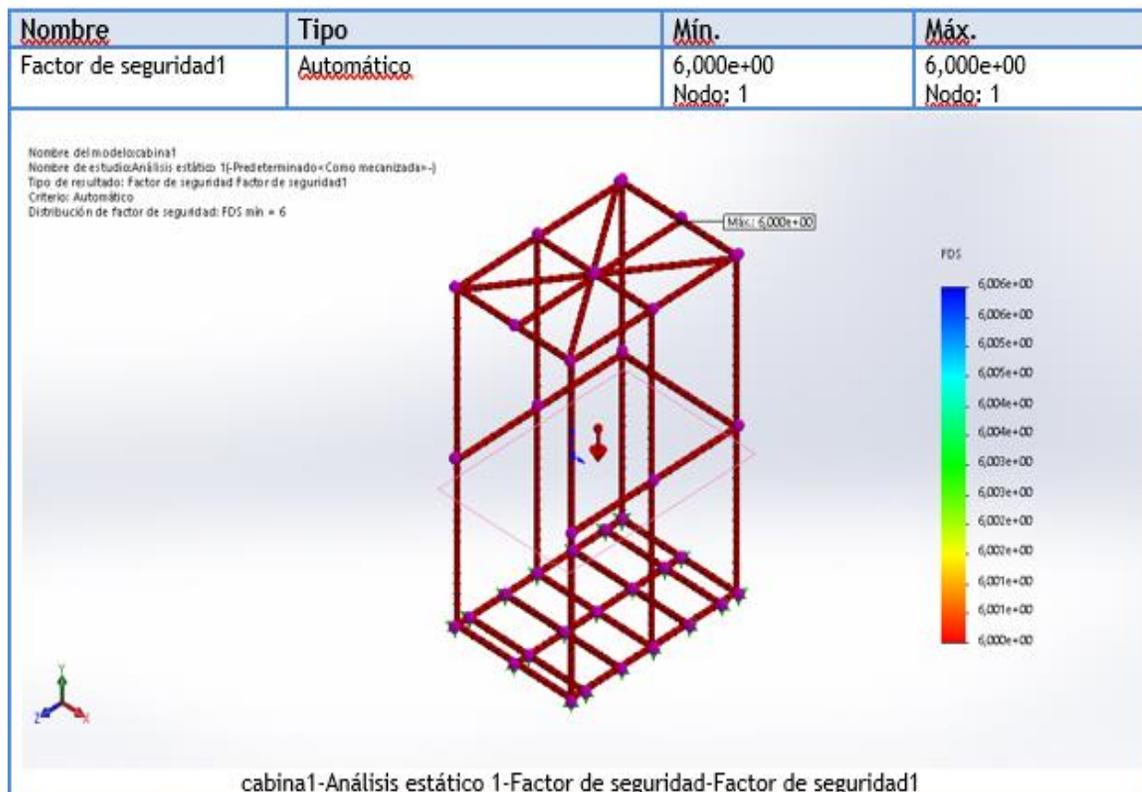
fallos. Este estudio te puede ayudar a evitar fallos que sean provocados por altas tensiones.

La normativa ASME A17.1-2000 la cual hace referencia al código de seguridad para elevadores y escaleras en el apartado 5.3.9.2 menciona que “la Construcción de las plataformas de ascensores deberán ser de metal (...) Si se construye de madera, serán laminados. Las plataformas deberán estar apoyadas por una plataforma marco o bandeja de soporte de metal (...) los conjuntos deben tener un **factor de seguridad de 5.**” (THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS, 2002).

El resultado del análisis de factor de seguridad obtenido en el software tiene un mínimo de 6.00 y un máximo de 6.006 (*Figura 33*) por lo que se sustenta el diseño.

**Figura 33**

*Resultados obtenidos mediante el análisis de factor de seguridad.*



*Nota.* SolidWorks Simulation 2019.

**Validación del diseño de cabina.** Con los datos obtenidos mediante el estudio del análisis estático<sup>3</sup> y el desarrollo analítico de una viga de prueba; con todos los procesos realizados se puede validar la hipótesis planteada al inicio ya que los valores de diseño se encuentran en rangos nominales siendo factible su construcción.

**Tabla 8**

*Resumen de análisis estático y validación.*

	VALOR PERMISIBLE	VALOR CALCULADO	TOTAL
<b>Desplazamiento</b>	≈0mm	4,01e-04 mm	✓
<b>Tensión</b>	<400 e+06 N/m <sup>2</sup>	1,726e+05 N/m <sup>2</sup>	✓
<b>Factor de seguridad</b>	≥5	Min 6 Max 6	✓

*Nota. Valores calculados en SolidWorks Simulation 2019.*

### 3.3.2 Diseño Mecánico de la Viga de Soporte

La viga de soporte es aquella viga que sobrelleva todo el peso de cabina pasajeros y la tracción de los cables, a continuación, se detalla los elementos para el diseño mecánico.

**Longitud:** 6 metros

**Carga total:** (carga vivas + peso de la cabina<sup>4</sup>) = (75 kg x 2personas) + (82.66kg)\*9,8 m/s<sup>2</sup> = **2281.627N**

**Empotramientos:** En los extremos

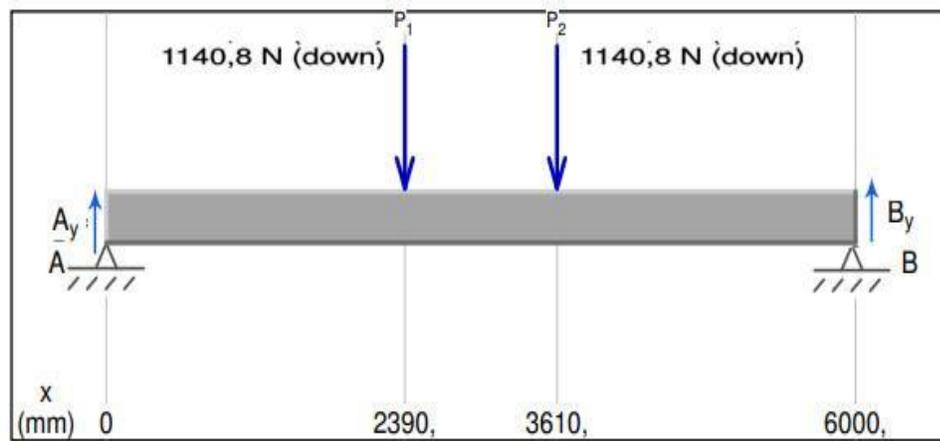
La Figura 34 indica las fuerzas y reacciones que actúan en la viga.

<sup>3</sup> El informe completo de análisis estático se encuentra en el **Anexo2**

<sup>4</sup> El peso de la cabina se obtiene el software SolidWorks y se encuentra en el **Anexo3**

**Figura 34**

Diagrama estático de fuerzas y reacciones.



Con cálculos mecánicos obtenemos las siguientes fuerzas en las reacciones.

$$\Sigma F_x = 0$$

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

$$+A_y + B_y - 2P = 0$$

$$A_y = 2P - B_y \dots \mathbf{Ec1}$$

$$+\uparrow \Sigma MA = 0$$

$$-A_y(0) + 1140,8(2,39m) + 1140,8(3,61m) - B_y(6m) = 0$$

$$B_y = 1140,8 \text{ N} \dots \mathbf{Ec2}$$

**Reemplazando Ec2 en Ec1**

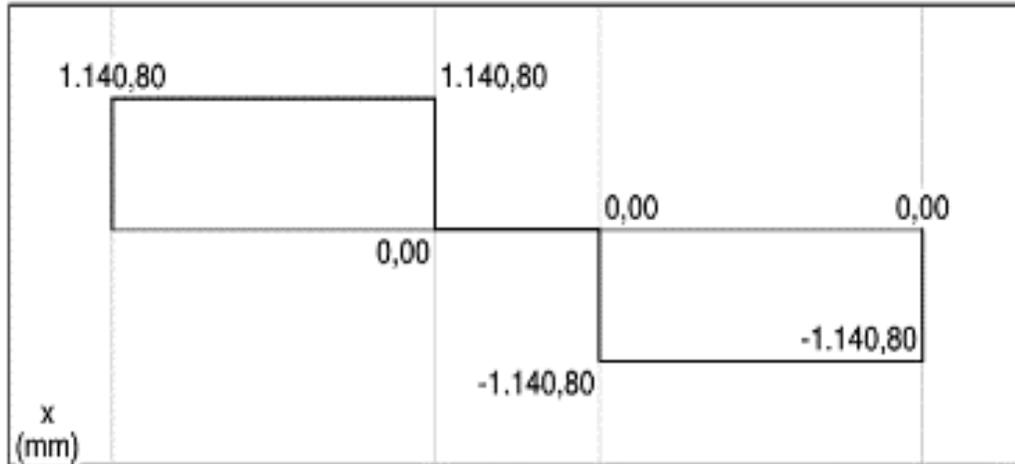
$$A_y = 2(1140,8) - 1140,8 \text{ N}$$

$$A_y = 1140,8 \text{ N}$$

Así lo confirma el diagrama de la Figura 35 generado en el software MDSolid.

**Figura 35**

Diagrama de corte de la viga con cargas puntuales.



*Nota. Calculado en MDSolid.*

La fuerza cortante y Momento flector se obtienen en función de las ecuaciones que se presentan:

**Fuerza cortante**

$$V = P = 1140.8 \text{ N}$$

**Momento Flector**

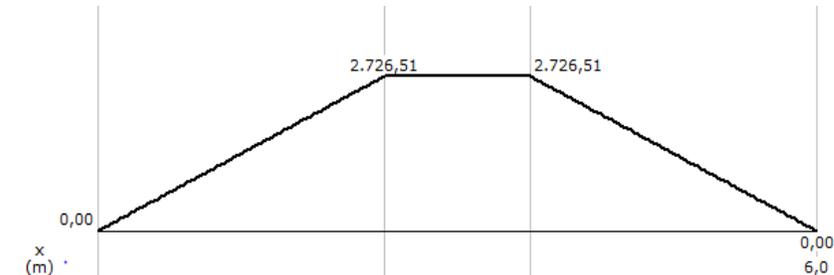
$$M1 = 1140.8 \text{ N} * 2.39 \text{ m} = 2726.51 \text{ Nm}$$

$$M2 = 1140.8 \text{ N} * 2.39 \text{ m} = 2726.51 \text{ Nm}$$

Estos valores se ven ratificados en la Figura 36 que detalla el momento flector de la viga.

**Figura 36**

*Diagrama de momento flector generado por MDSolid.*



Finalmente, cálculos la sección ( $S_x$ ) del material basados en el manual AISC

$$S_x = \frac{M_{max}}{23.76ksi}$$

Entonces se transforma los Nm en klb\*in siendo:

$$2726.51 \text{ Nm} = 241.43 \text{ Klb*in}$$

Aplicando la formula tenemos

$$S_x = \frac{241.43klb*in}{23.76ksi}$$

$$S_x = 10.16in^3 = 166.5 \text{ cm}^3$$

Revisamos en el catálogo Dipac de la Figura 37 con el perfil estructural HBE y determinamos el tipo de viga que vamos a usar.

Por lo determinamos que la viga HBE 140(ver Figura 38) o sus superiores pueden ser aptas para la implementación del sistema de elevación.

**Figura 37**

*Especificaciones de perfil laminado HBE de DIPAC.*

DENOMINACIÓN	DIMENSIONES					PROPIEDADES					
	h	b	t	e	R	ÁREA SECCIÓN cm <sup>2</sup>	PESOS kg/mts	INERCIA (cm <sup>4</sup> )		RESISTENCIA (cm <sup>3</sup> )	
	mm	mm	mm	mm	mm			Eje x-x	Eje y-y	Eje x-x	Eje y-y
HEB 100	100	100	6.00	10.00	12	26.00	20.40	450	167	89	33.50
HEB 140	140	140	7.00	12.00	12	43.00	33.70	1510	550	216	78.50
HEB 160	160	160	8.00	13.00	15	54.30	42.60	2490	889	311	111.00
HEB 200	200	200	9.00	15.00	18	78.10	61.30	5700	2000	570	200.00
HEB 240	240	240	10.00	17.00	21	106.00	83.20	11260	3920	938	327.00
HEB 300	300	300	11.00	19.00	27	149.00	117.00	25170	8560	1680	571.00

Nota. Adaptado de DIPAC Productos de acero, DIPAC, 2016,  
(<http://www.dipacmanta.com/vigas-heb>).

### Figura 38

*Viga de soporte de cabina HBE 140.*



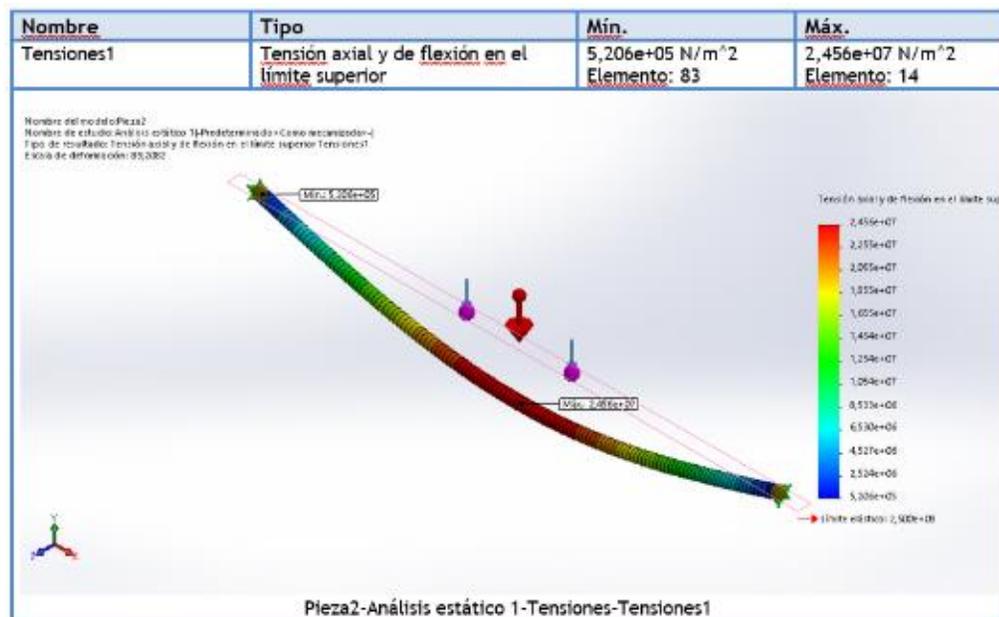
**Validación de la viga.** En el catálogo DIPAC de este tipo de perfil el fabricante menciona que estos son fabricados con aceros de calidad ASTM A36 el cual presenta en este caso un resistencia mecánica de 370 MPa a 520 MPa y un punto de fluencia

235 MPa valores que no son rebasados en los resultados de la simulación de análisis estático.

Como se observa en la Figura 39 el valor de la tensión máxima es de  $2.456 \times 10^7$  N.m<sup>2</sup> valor que no supera el límite de fluencia del material .

### Figura 39

*Resultados obtenidos mediante el análisis de tensiones.*



*Nota.* SolidWorks Simulation 2019.

### 3.3.3 Diseño de Guías

Las guías son elementos que sirven para que “la cabina (...), siga una trayectoria recta, además le sirve de apoyo en caso de ruptura de los cables (...), esta guía debe ser anclada en cada piso en ascensores de pasajeros” (Cadena & Pineda, 2018).

Según el libro Los transportadores en la Ingeniería Industrial las guías deben cumplir los siguientes requisitos:

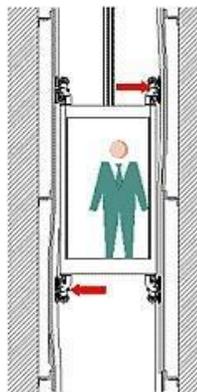
- “Las guías deberán deformarse máximo 3mm al resistir los empujes horizontales de la cabina debido a excentricidades de carga.” (Miraverte, Larrode , Cuartero, & Castejon , 1998).
- “La tolerancia máxima de paralelismo de las guías es de 5mm sin importar la altura del ascensor.” (Miraverte, Larrode , Cuartero, & Castejon , 1998).

**Cálculo de excentricidad de la carga** “Para este cálculo se supondrá la mitad de la carga máxima ( $Q/2$ ) a una distancia de  $\frac{1}{4}$  el ancho de la cabina en proyección a la vertical del punto de suspensión de la cabina.” (Miraverte, Larrode , Cuartero, & Castejon , 1998).

Cómo se indica en la *Figura 40*, “debido a la excentricidad de la carga se producirá un momento del giro, el mismo que se contrarresta en los puntos de contacto de las guías con las rozaderas.” (Herrera, 2013). Con lo antes expuesto se procederá a calcular las guías con el método que *Miravete* proporciona en el libro *Los transportadores en la ingeniería Industrial*.

#### **Figura 40**

*Diagrama de excentricidad de carga.*



*Nota.* Reproducido de *Diseño mecánico de un ascensor montacargas*, Herrera, 2013, (<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12178/1/Herrera%20Alvarado%20Diego%20Alejandro.pdf>).

“La Normativa En-81 limita a la flecha que puede producirse por acción de estas reacciones a 3mm”. (Miraverte, Larrode , Cuartero, & Castejon , 1998). de ésta forma el mismo autor provee la ecuación:

$$Rh = \frac{Q*a}{8*d}$$

Donde

Q = Carga útil 150 Kg = (1470N)

a = Ancho de la cabina = 1,36 m

d = Altura de cabina = 2,16 m

$$Rh = \frac{1470N * 1.36}{8 * 2.16} = 115.69N$$

Después

$$f = \frac{Rh * Ik^3}{48 * E * It}$$

Donde

E= Modulo de Elasticidad = 2.5 e 8 N

Rh=Empuje Horizontal

Ik=Tramo entre piso

It=Momento de Inercia = 0.58 cm (DIPAC)

$$f = \frac{115.69N * 3m^3}{48 * 2.5e8 \frac{N}{m^2} * 0.58cm^4}$$

$$f = \frac{3123.68}{6.96e9}$$

$$f = 0.448mm < 3mm$$

Con el resultado obtenido de 0.448 mm de flecha se puede determinar que los perfiles estructurales de la Figura 41 con momentos inerciales mayores o iguales a 0.58 cm<sup>4</sup>.

### Figura 41

*Identificación de perfil estructural cuadrado para diseño de las guías.*

Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y		
A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	I cm <sup>3</sup>
20	1.2	0.72	0.90	0.53	0.53	0.77
20	1.5	0.88	1.05	0.58	0.58	0.74
20	2.0	1.15	1.34	0.69	0.69	0.72
25	1.2	0.90	1.14	1.08	0.87	0.97
25	1.5	1.12	1.35	1.21	0.97	0.95
25	2.0	1.47	1.74	1.48	1.18	0.92
30	1.2	1.09	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.46	1.15
30	2.0	1.78	2.14	2.71	1.81	1.13

Nota. Adaptado de DIPAC Productos de acero, DIPAC, 2016,

(<http://www.dipacmanta.com/tubos/tubos-estructurales/tubo-estructural-cuadrado-negro>).

### Figura 42

*Instalación de las guías del ascensor.*



### 3.3.4 Selección de Componentes Tractores

El sistema eléctrico básico de los ascensores está formado normalmente por un motor acoplado a un reductor de velocidad que se comanda por dispositivos electrónicos memorias de programa (EPROM) y compuertas lógicas que atienden al llamado de los pulsadores (entradas) ubicadas en el interior y exterior de la cabina.

**Selección del Grupo Tractor.** Para seleccionar el grupo tractor o de elevación se considerará la carga de la estructura y la carga máxima de diseño, es decir:

$$\text{Carga total} = (75 \text{ kg} \times 2 \text{ personas}) + (82.66 \text{ kg}) = 232.66 \text{ kg}$$

Una vez establecido la carga máxima se torna necesario “garantizar un factor de seguridad de funcionamiento del motor de 1,67” (Medina Mena & Menendez Freile, 2015). Por lo que se procede a buscar en el catálogo CENTURY de la Figura 43 un producto que tenga la capacidad de izar 388.54 Kg siendo el modelo PA800 el indicado para esta operación.

#### Figura 43

*Características de equipos de izaje CENTURY.*

Model	usage	capa city	Lifting speed (m/min)	Lifting height	Cable long	Input power	Work duty	Rated volt(V)
PA600	Single hook	300	10	12	12M	1050	S3 20%-10min	50Hz
	Single hook	600	5	6				
PA800	Single hook	400	10	12	12M	1350	S3 20%-10min	
	Single hook	800	5	6				
PA1000	Single hook	500	10	12	12M	1600	S3 20%-10min	
	Single hook	1000	5	6				

*Nota.* Adaptado de Diseño y construcción de un prototipo de ascensor. automatizado para personas con capacidades físicas. diferentes, Medina Mena & Menendez Freile, 2015,( <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/11448>).

El tecla tiene una capacidad de izaje de 400 Kg un cable acerado de 12 metros una potencia de 1.5 hp una velocidad de elevación de 5 a 10 metros por minuto y una altura de elevación de entre 6 y 12 metros este se muestra en la Figura 44.

### Figura 44

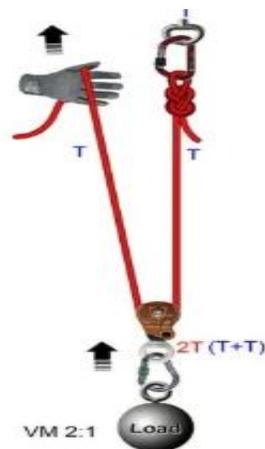
*Implementación del grupo motor el sistema.*



**Configuración de poleas.** Con el fin de garantizar un desplazamiento suave seguro y eficiente además para alargar la vida útil del grupo tractor el sistema cuenta con una configuración de polea móvil o configuración 2 a 1 la cual se ejemplifica en la Figura 45 la cual reduce el esfuerzo que tiene que hacer el grupo tractor.

### Figura 45

*Configuración de polea móvil.*



*Nota.* Reproducido de Gran Vertical, Del Campo, 2015, (<https://www.granvertical.com/2015/05/23/98/>).

El grupo de tracción cuenta con un cable galvanizado con alma de acero de 5/16” es decir un cable 8 mm dimensionado para soportar dos veces su carga nominal es decir aproximadamente 2.66 toneladas con calidad DIN3060 y presenta las características de la Figura 46.

#### Figura 46

*Características del cable 5/16” DIN3060.*

Diameter		Approximate Weight		Minimum Breaking Force	
Pulgadas Inch	Milímetros mm	lb / ft	kg / m	1370 / 1770 N/mm <sup>2</sup> // Dual Tensile lb	Ton*
5/16	8	0.14	0.213	6,305	2.86

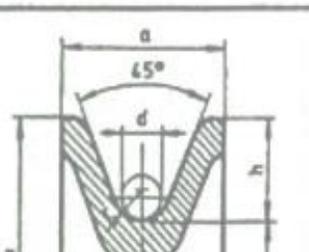
Nota. Adaptado de POLIPASTO ESPANOL, ASME B30.16, 2007,  
(<https://vdocuments.mx/asme-b3016-polipastos-espanol.html>).

Ya establecido el diámetro del cable se procede a calcular la polea según el libro “Los transportadores en la ingeniería industrial” establece que las poleas para mecanismos de elevación deben cumplir la normativa **DIN 15061** la cual establece, “ el perfil de garganta basándose en las diferencias admisibles entre radio de garganta y de cable” (Miraverte, Larrode , Cuartero, & Castejon , 1998). Por lo que se procede a seleccionar la adecuada para el cable de 6 mm .

Figura 47

Perfiles de garganta de poleas según normativa DIN15061.

GARGANTA					CUERPO			Cojinete		
Cable d	r	a		h	Diámetros		Eje	Diámetros		Long
		Fund.	Acero		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>		
3,5-5	2,7	25	25	15	100	130	20-25	25	35	60
5-6,5	3,5	30	30	125	125	160	25-30	30	40	
6,5-8	4,5	32	30	20	160	200	25-40	35	45	



*Nota.* Adaptado de Diseño y construcción de un prototipo de ascensor. automatizado para personas con capacidades físicas. diferentes, Medina Mena & Menendez Freile, 2015,( <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/11448>).

Así obtenemos que los diámetros de construcción del cuerpo para las poleas deben ser 125 mm y 160mm respectivamente con un eje de entre 25mm a 40 mm.

**Sistemas de Protección Eléctrica.** Para determinar los componentes electricos de protección del motor y el calibre de cable se necesita conocer los valores a los cuales este trabaja u opera mismos que viene señalados en la placa de datos.

Para este caso la placa indica:

- Voltaje nominal: 120 V
- Potencia: 1.5 Hp = 1118.55 W
- Frecuencia: 60 Hz
- Factor de potencia: 0.85

Con estos datos entonces procedemos a determinar la corriente.

$$I = \frac{P}{V} * \text{Cos } f.p.$$

$$I = \frac{1118.55}{120V} * \text{Cos } 0.85 = 9,31 A$$

Ahora podemos determinar el calibre normalizado AWG para la instalación tomando como referencia la siguiente tabla

**Tabla 9**

*Capacidad de cables eléctricos AWG.*

Número AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Resistencia (Ω/Km.)	Capacidad (A)
11	2,305	4,17	4,07	12
12	2,053	3,31	5,13	9,5
13	1,828	2,63	6,49	7,5
14	1,628	2,08	8,17	6,0

*Nota.* Adaptado de (ElectronicaFacil, 2015).

Así que se determina que un cable AWG #12 es el ideal para la instalación. Seguidamente se puede conseguir el interruptor termomagnético que protegerá a los cables y por ende a la carga; según la normativa NEC 2017 y la NTC2050 el termomagnético se debe calcular con la corriente nominal al 100% por lo que podemos determinar que para el motor es necesario implementar un termomagnético y un diferencial de 10 A ya que este es normalizado para su uso comercial como se indica en la Figura 48.

**Figura 48**

*Descripción de interruptores termomagnéticos normalizados.*

Curva C. Disparo Magnético: 5-10 In - Unipolar		
690641	DG31C06	Interruptor termomagnético unipolar In= 06 A Icu = 3 kA . Curva C
690642	DG31C10	Interruptor termomagnético unipolar In= 10 A Icu = 3 kA . Curva C
690643	DG31C16	Interruptor termomagnético unipolar In= 16 A Icu = 3 kA . Curva C
690644	DG31C20	Interruptor termomagnético unipolar In= 20 A Icu = 3 kA . Curva C

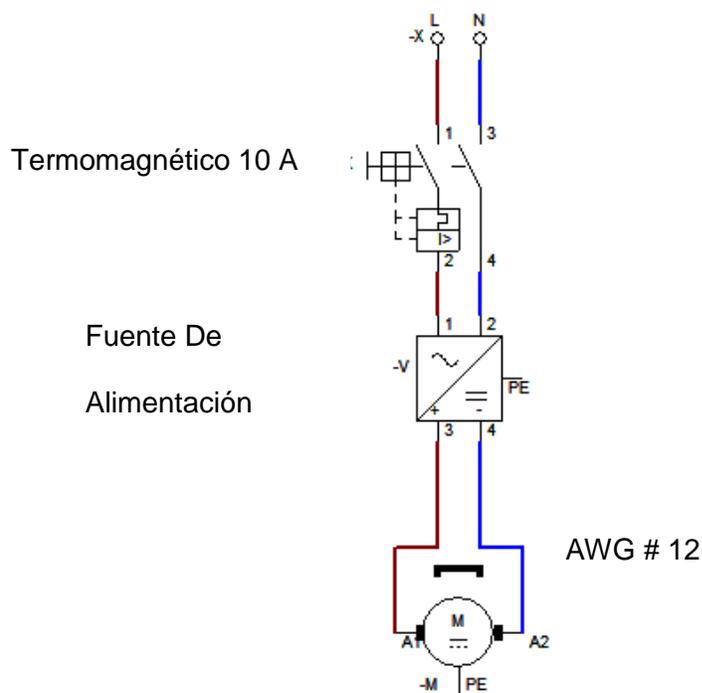
*Nota.* adaptada de Industrial Solutions, Industrial Solutions , 2020,

(<http://www.geindustrial.com.ar/descargables/GE-Industrial2017-Guia.pdf>).

Finalmente establecemos el circuito de protección para el motor como se indica en la Figura 49.

### Figura 49

*Diagrama de elementos de protecciones eléctricas.*



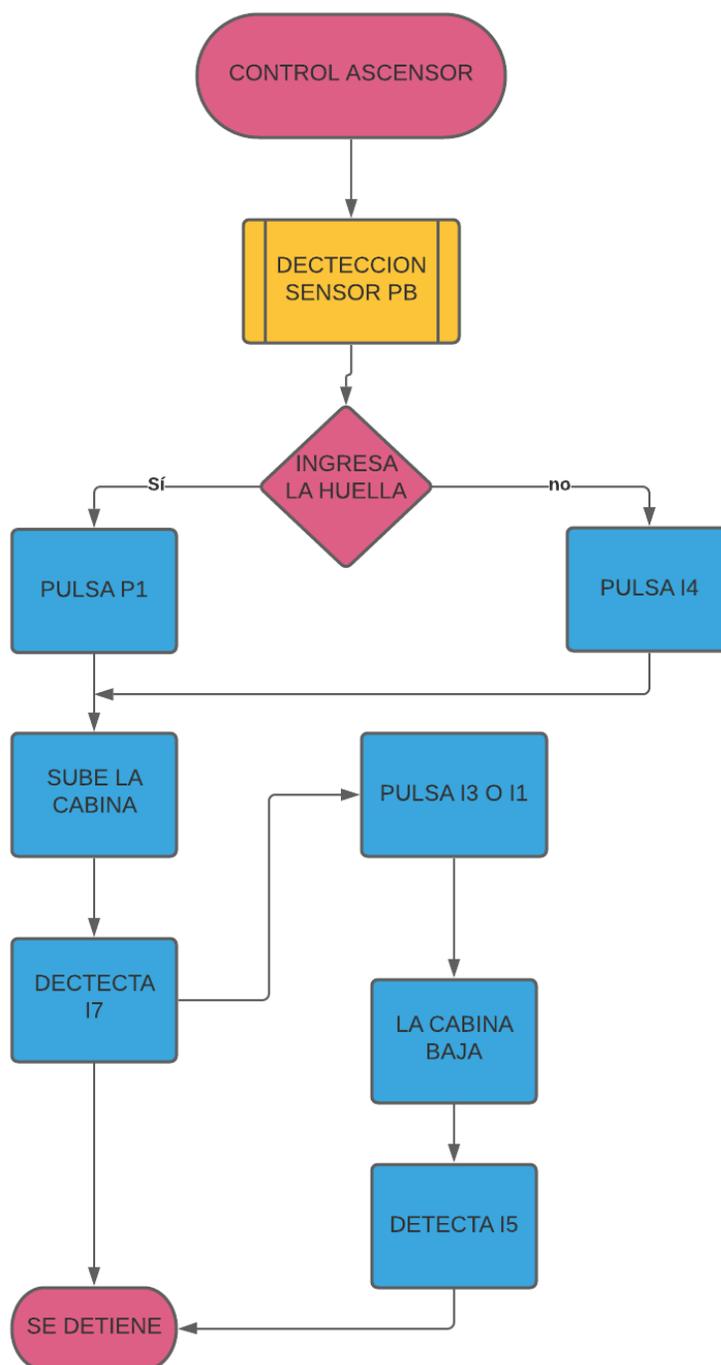
*Nota.* Diseñado en CadeSimu.

### 3.4 Control y Automatización

Considerando que la vivienda de implementación consta de dos plantas se coloca un pulsador en cada planta el cual ejecutara la llamada de la cabina de igual manera en el interior de la cabina se ubicara solo un pulsador para comandar el funcionamiento desde el interior; todo este proceso de elevación se puede detallar en el siguiente diagrama de flujo (ver *Figura 50*).

**Figura 50**

Diagrama de flujo de funcionamiento del ascensor.



Todos los componentes de automatización y control deben estar protegidos y montados en el interior de un gabinete eléctrico como el de la Figura 51 con la finalidad de restringir la manipulación no autorizada, aislar y controlar las líneas vivas, proteger a los componentes de agentes exteriores como polvo y agua y sobre todo salvaguardar la integridad de los usuarios de dicho sistema.

**Figura 51**

*Gabinete de control 40 x 40 x 20.*



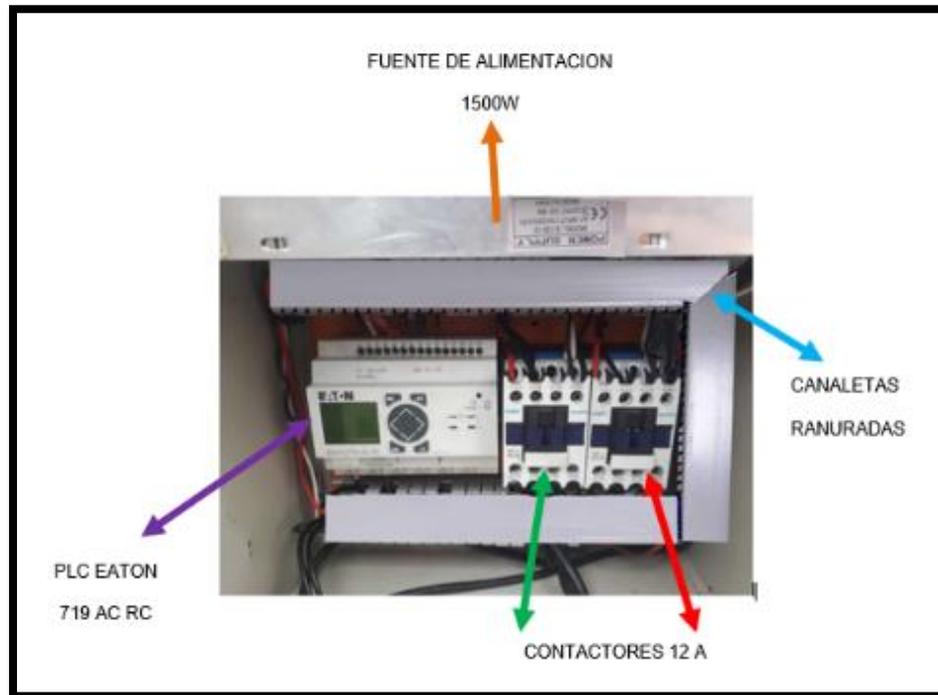
Antes de la adquisición del gabinete de control es prudente realizar un bosquejo con todos los elementos que integraran el circuito de automatización para así determinar el tamaño de la caja. Hay que recordar también que en el interior del tablero los cables deben estar colocados dentro de canaletas ranuradas de manera ordenada e identificados de acuerdo a la normativa vigente

**Elementos del gabinete de control.** Los componentes de control pueden variar dependiendo de la escala del proyecto y la lógica de automatización del operador;

para el control del ascensor el gabinete consta de los componentes que se detallan en la Figura 52.

### Figura 52

*Elementos del tablero de control.*



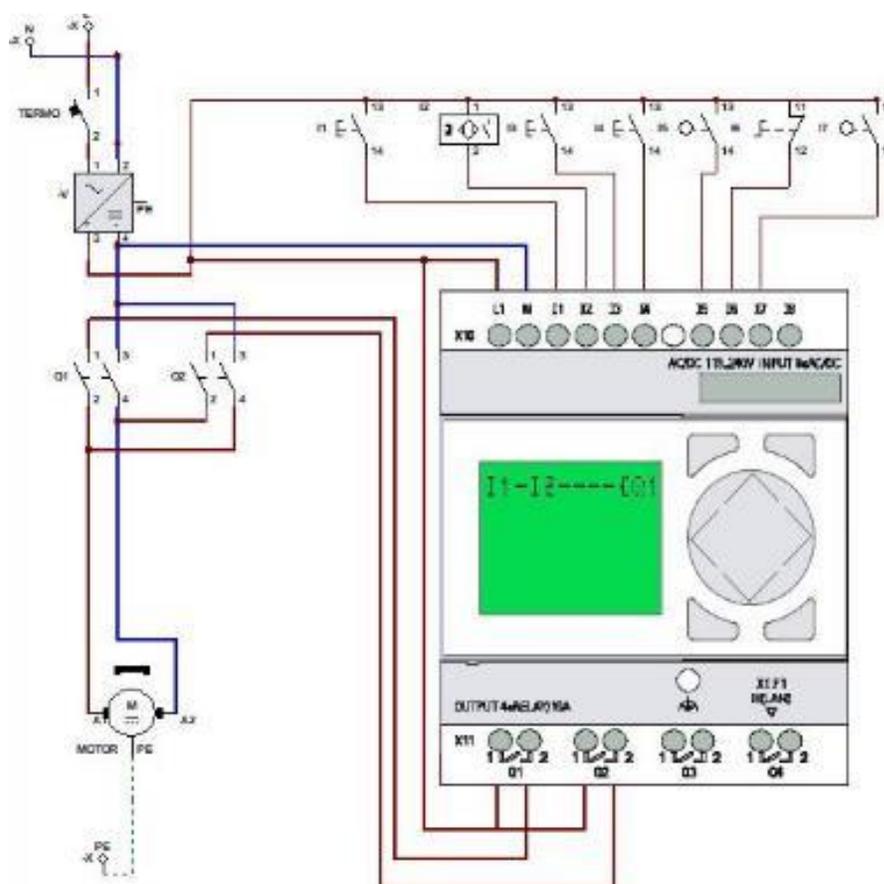
Los procesos de automatización y control eléctrico funcionan con varios lenguajes de programación los cuales hacen posible que las ordenes o condiciones del técnico se ejecuten en el interior de algún dispositivo para comandar la carga en este caso el motor del grupo tractor.

El programa computacional CADE SIMU es un software de control y automatización básico que en sus últimas versiones ha mejorado su interfaz brindando mejores opciones y distintos tipos de programación, en el Anexo 6 se indica la transformación de los diagramas de flujo en un lenguaje de programación eléctrica de contactos.

Una vez establecido el circuito de control y verificado su funcionamiento hay que instalar todos los aparatos de maniobra y control que activaran las entradas del PLC además realizar las conexiones del circuito de potencia el cual posibilitara el movimiento de la cabina en ambos sentidos para ello se diseña el circuito de la Figura 53.

**Figura 53**

*Diagrama de conexión de componentes eléctricos.*



A continuación, se indica el significado de los componentes eléctricos de diagrama de control.

**Tabla 10**

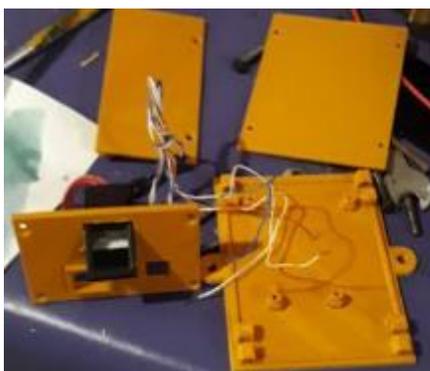
*Significado de la simbología eléctrica.*

<b>I1</b>	Pulsador de cabina
<b>I2</b>	Sensor magnético de Apertura de puertas
<b>I3</b>	Sensor de huella dactilar Planta Baja
<b>I4</b>	Pulsador de llamada de Planta Superior
<b>I5</b>	Final de carrera de Planta Baja
<b>I6</b>	Paro por interferencia
<b>I7</b>	Final de carrera de Planta Alta
<b>Q1</b>	Contactador para subir
<b>Q2</b>	Contactador para bajar

Ya con el gabinete de control instalado en la planta superior de la vivienda y con los diagramas establecidos se realiza el cableado de los dispositivos de maniobra, en la planta inferior del hogar se debe instalar el sensor de huellas dactilar mismo que opera con una placa arduino y al no contar con carcasa comercial disponible tuvo que ser impresa en 3D resultado que se indica en la Figura 54.

**Figura 54**

*Carcaza para huella dactilar impresa en 3D.*



Para llegar a la parte inferior de la vivienda se necesitó aproximadamente 7 metros por línea es decir que 4 cable AWG 12 dos para alimentación del arduino y dos como

retorno del sensor y del final de carrera; (ver Figura 55) todos los cables se encuentran debidamente canalizado en una regleta anclada a la pared con tacos Fisher.

### **Figura 55**

Cableado para sensor y de final de carrera.



De la misma forma se realiza el cableado de la planta alta sin embargo para colocar el final de carrera superior fue necesario realizar una platina tipo L y soldarla a la guía (ver Figura 56) colocando la cabina a nivel del piso del acceso logrando así que no exista ninguna grada que pueda dificultar la movilidad del ocupante.

### **Figura 56**

*Instalación del final de carrera superior.*



En el interior de la cabina se encuentran instalado un botón de activación y un sensor magnético (Figura 57) para controlar la apertura y cierre de la puerta siendo este el más importante del sistema de control dado que si la puerta está abierta la cabina no podrá subir ni bajar esto como medida de seguridad para el usuario y para evitar daños la infraestructura.

### **Figura 57**

*Instalación de sensor magnético*



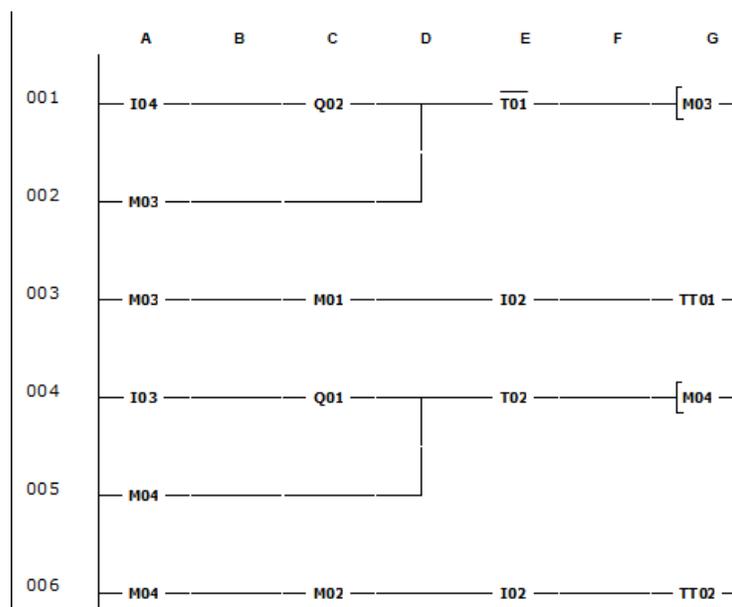
Actualmente, el uso de relés en automatización se encuentran rezagados debido factores como el gran volumen de tablero , operación limitada , complejidad de conexión y costo es por esas razones que en la actualidad se opta por la implementación de controladores lógicos programables claro esto dependiendo de la escala de aplicación ya que también se puede optar por la adquisición de relés programables o minis PLCs citando ejemplos los modelos SIEMENS LOGO! , EATON EASY , DELTA DVP, ALLEN – BRADLEY PICO siendo estos los más comerciales.

Independientemente del modelo o de la marca seleccionada estos dispositivos no admiten un lenguaje de programación de contactos eléctricos por lo que a continuación

en las Figura 58, Figura 59, Figura 60, Figura 61, Figura 62 y Figura 63 se indican los esquemas de control en lenguaje KOP.

### Figura 58

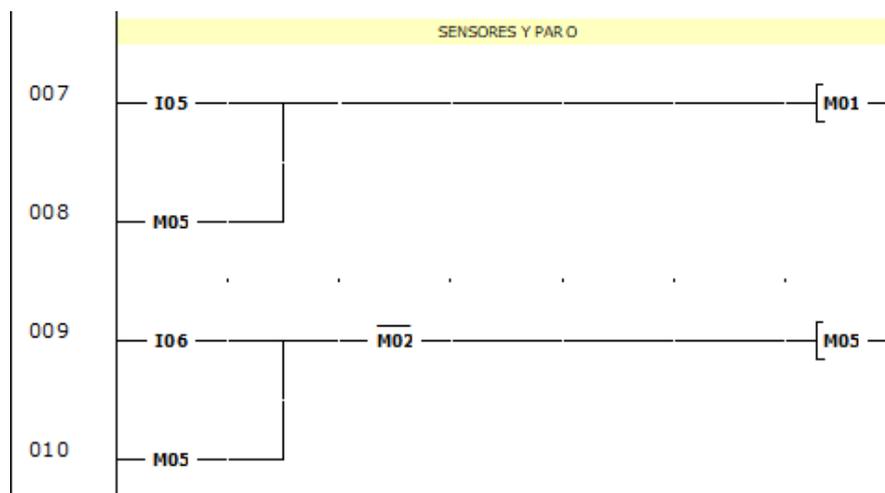
*Diagrama de automatización del ascensor para temporizadores.*



*Nota.* Diseñado en Easysoft EATON.

### Figura 59

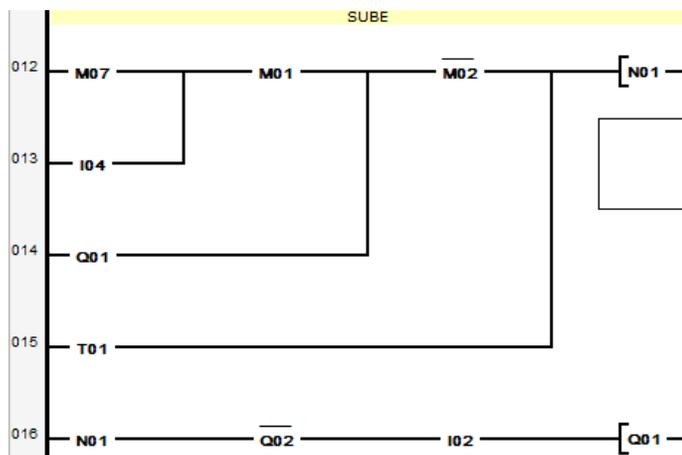
*Diagrama de automatización del ascensor para Sensores y Paro de Emergencia.*



*Nota.* Diseñado en Easysoft EATON.

**Figura 60**

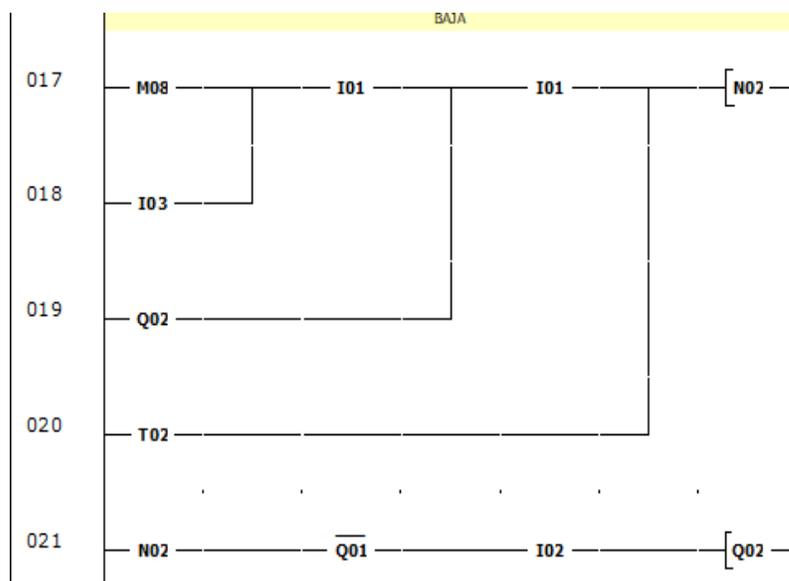
*Diagrama de automatización del ascensor condición para subir la cabina.*



*Nota.* Diseñado en Easysoft EATON .

**Figura 61**

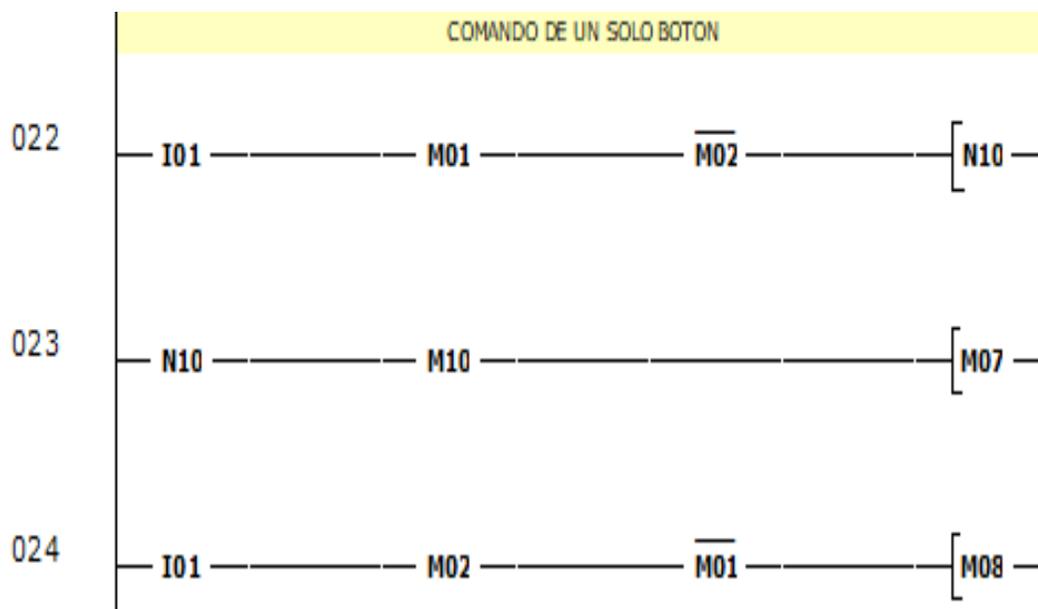
*Diagrama de automatización del ascensor condición para bajar la cabina.*



*Nota.* Diseñado en Easysoft EATON .

**Figura 62**

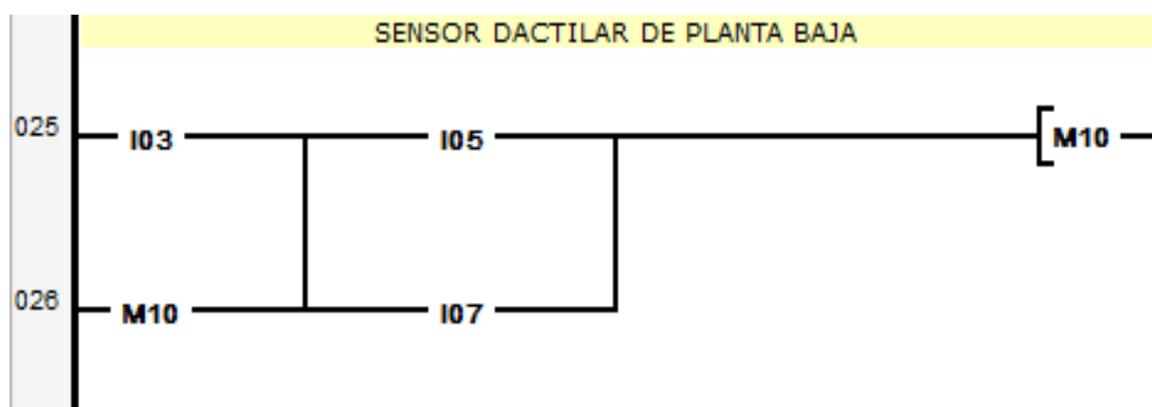
*Diagrama de automatización del ascensor para botón principal.*



*Nota.* Diseñado en Easysoft EATON.

**Figura 63**

*Diagrama de automatización del ascensor para control con huella dactilar.*

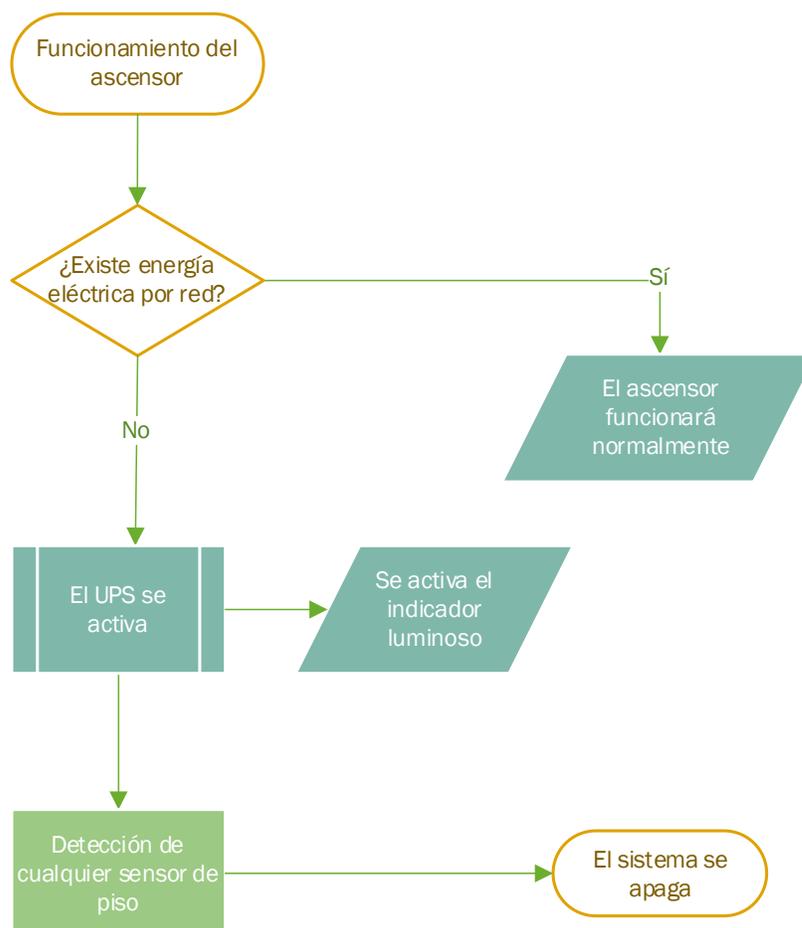


*Nota.* Diseñado en Easysoft EATON.

Para garantizar la seguridad del funcionamiento del sistema de elevación se plantea la implementación de un sistema de alimentación ininterrumpida UPS para ayudar a la cabina a terminar su circuito de elevación y evitar que se quede detenida entre las plantas, una vez que la cabina active algún sensor de piso, el ascensor se boqueara hasta que el servicio eléctrico regrese, además existirá un indicador luminoso que alerte la falta de la energía, el proceso se detalle en el diagrama de flujo de la Figura 64.

### Figura 64

*Diagrama de flujo de suministro de energía.*



*Nota.* Diagrama generado en Microsoft Visio.

El sistema de alimentación ininterrumpida para el ascensor debe tolerar como mínimo la potencia consumida por el motor es decir 1500w sin embargo en el mercado los UPS generalmente vienen diseñados en potencias enteras es decir 1Hp (0.7457 KW), 2 Hp(1.49Kw) y 4 Hp (2.98Kw).El dispositivo UPS Vertiv 1500 Watts 120v Psl se convierte en una buena elección ya que ofrece prestaciones extras como el control de perturbaciones en la red de entrada, batería de alto rendimiento aproximadamente 10 minutos con potencia máxima , supresión de sobretensiones transitorias y los mas importante un control electrónico de bypass interno el cual permite que los dispositivos colocados de uso delicado no sufran de pestañeo finalmente el fabricante y el proveedor autorizado ofrece una garantía de 3 años y una mantenimiento a los seis meses después de realizado la compra.

Como se observa en la figura 65 el UPS se encuentra colocado en la parte superior de la vivienda cerca del gabinete de control en un lugar ventilado y libre de la exposición de lluvia y rayos solares.

### **Figura 65**

*Ubicación del sistema ininterrumpido de potencia.*



### **3.5 Sistemas de Seguridad**

Antes de poner en funcionamiento el sistema de elevación es necesario determinar una serie de situaciones y posibles eventualidades que se puedan presentar ya sea por la mal utilización del usuario o por agentes externos los cuales provocarían de alguna manera accidentes en los ocupantes o el acortamiento de la vida útil del mismo.

#### **3.5.1 Seguridad en el Sistema Eléctrico**

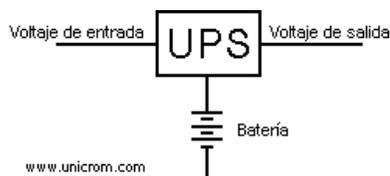
Aunque en los últimos años el Ecuador ha mejorado su calidad energética y se ha garantizado un abastecimiento casi continuo, siempre existirán el riesgo de un corte energético imprevisto y en el supuesto caso de que el ascensor este cumpliendo con su circuito de elevación al momento de corte el sistema eléctrico actuara de la siguiente manera:

1. El UPS detectara la falta de energía eléctrica
2. Las baterías de almacenamiento se activarán sin hacer que el suministro eléctrico pestañee.
3. La cabina culminara su trayectoria
4. Cuando la energía por red se reestablezca el UPS se desconecta automáticamente y empieza a recargar su batería.

En el siguiente diagrama de bloques ver Figura 66 se indica la aplicación del UPS en el sistema de elevación.

## Figura 66

*Diagrama de aplicación del UPS.*



*Nota.* Reproducido de Electrónica Unicrom, Sinha, 2016, (<https://unicrom.com/tipos-de-bateria-en-ups-no-break-sfi-sai/>).

Cabe aclarar que en el caso de no existir un UPS el motor del ascensor al ser de imanes permanentes y al no detectar la presencia de la corriente eléctrica se bloquearía magnéticamente y no permitiría que la cabina mueva, aunque esto incurriría en un riesgo de atrapamiento.

Otra de las posibles eventualidades se presenta al momento en el cual la cabina está realizando el circuito de elevación ya sea de forma ascendente o descendente y otro usuario realice el pedido del ascensor con los botones exteriores para lo cual el ascensor debe proceder a:

1. Culminar su recorrido preestablecido.
2. Esperar a que el ocupante abandone la cabina.
3. Cuando la cabina este vacía se realiza una cuenta regresiva de seguridad.
4. El ascensor acudirá al llamado automáticamente.

Debido al espacio de implementación disponible, costos y las dificultades que presentan las personas con capacidades físicas diferentes para abrir las puertas convencionales. Él presente trabajo no se ha planteado la instalación de puertas

**Seguridad en el sistema mecánico.** Los componentes mecánicos que forman parte de un ascensor deben estar meticulosamente diseñados y dimensionados para evitar en lo posible deformaciones, deslizamientos, rupturas, aprietes o desajustes, vibraciones y calentamiento por fricción, factores que podrían afectar el desplazamiento y estabilidad durante las operaciones que realiza el ascensor.

Es necesario redundar que los cálculos mecánico estructurales del presente trabajo están referenciados del libro “Los transportadores en la ingeniería industrial” (Miraverte, Larrode , Cuartero, & Castejon , 1998).Obra la cual además hace referencia a las dos mejores normativas internacionales para diseño de ascensores la UNE.EN 81.- Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores y ASME A17.1 .-Code for Elevators and Escalators.

No obstante, todos estos procesos de diseños y validación mecánica realizados en los apartados del **3.2 al 3.5** nos darían como resultado un nivel de seguridad teórica de alrededor del 70% el resto del porcentaje estaría a cargo de la calidad del proceso de manufactura de todo el sistema de elevación aquí se torna necesario la asistencia de un taller capacitado en estos tópicos consiguiendo así hacer mayor hincapié en la calidad de soldadura<sup>5</sup> (Figura 67) y simetría de la cabina.

### **Figura 67**

*Ensayo de líquidos penetrantes en puntos críticos de la cabina.*



---

<sup>5</sup> Los procesos de soldadura de la cabina se encuentran en el Anexo 4

Otro de los puntos cruciales para los niveles de seguridad son la correcta colocación de las platinas de anclaje y sujeción de las guías del sistema mismas que son colocadas en las paredes y piso de la fosa, un correcto montaje lograra que exista paralelismo entre las guías (ver Figura 68) facilitando la elevación de la cabina y evitando que exista pandeos y desalineaciones.

### **Figura 68**

*Montaje de las guías paralelamente entre si.*



Estos resultados también dependerán del proceso del empernado de platinas y soldadura como lo indica la Figura 69.

### **Figura 69**

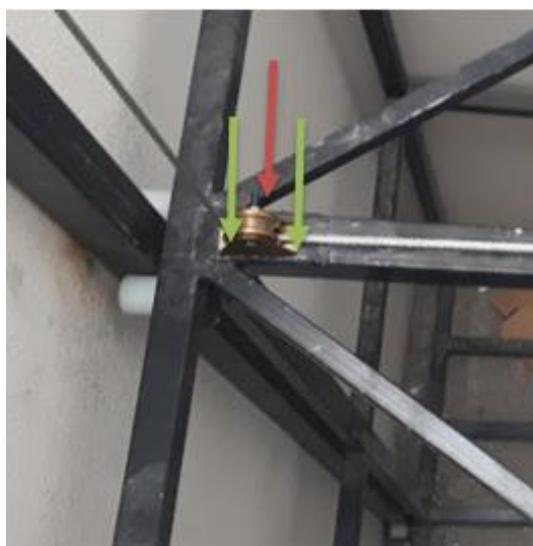
*Empernado y referenciado de las guías.*



Pensando en los componentes móviles los cuales por su misma naturaleza presentaran desgaste por el uso y tratando de facilitar los procesos de mantenimiento; el ascensor se diseñó con una serie de taladros en los cuales se empernarán los rodillos guías y las poleas como se indica en la Figura 70.

### Figura 70

*Pernos grado 8.8 para montaje de poleas.*



Debido a la tracción que se ejercerá en estos elementos los pernos de sujeción no deben ser del tipo convencional más bien se colocan pernos con alto grado de resistencia como se muestra a continuación en la Tabla 11 de referencia de pernos.

**Tabla 11**

*Tabla de resistencia de Pernos y Tuercas DIN.*

NUMERO DE GRADO	MATERIAL	CARGA DE PRUEBA (MPA)	ESFUERZO DE RUPTURA (MPA)
4.6	Acero de bajo carbono ó acero al carbono	225	400
4.8	Acero de bajo carbono ó acero al carbono	310	420

NUMERO DE GRADO	MATERIAL	CARGA DE PRUEBA (MPA)	ESFUERZO DE RUPTURA (MPA)
5.8	Acero de bajo carbono ó acero al carbono	380	520
8.8	Acero al carbono, templado y revenido	600	830
9.8	Acero al carbono, templado y revenido	650	900
10.9	Acero de bajo carbono martensítico, templado y revenido	830	1040

*Nota. Reproducido de (Casa del Perno, 2017).*

### 3.5.2 Señales de seguridad

La prevención de accidentes se puede definir como un conjunto de acciones o medidas encaminadas a evitar eventos o hechos dañosos no intencionales que puedan afectar la integridad física o mental de las personas, en este sentido (...), la prevención de accidentes asociada a la seguridad de las personas en el entorno con el cual, por diferentes causas, están obligadas a interactuar, la prevención de accidentes es aplicable a todo tipo de situaciones y contextos: el hogar, el lugar de trabajo, la escuela, el tránsito, etc. (Dconcep, 2020).

La señalización visual en los ascensores advierte condiciones que se debe respetar para no alterar el óptimo funcionamiento del mismo, además puede indicar circunstancias en las cuales el uso del ascensor no es seguro.

Siendo este ascensor de uso exclusivo para personas con capacidades físicas diferentes la primera señal de seguridad que se debe implementar la cual hace referencia a que dicho sistema es exclusivo para estas personas. También en la entrada a la cabina se vuelve imprescindible especificar la capacidad máxima de transporte de la cabina, que para este sería de 2 personas, en la Figura 71 podemos observar

### Figura 71

*Colocación de las señales de seguridad.*



Finalmente cumpliendo con la normativa ecuatoriana CPE 18 se debe colocar en un lugar visible, junto al ingreso de los elevadores y en cada piso, un rótulo de dimensiones en formato A5, indicando la siguiente frase: EN CASO DE EMERGENCIA NO UTILICE EL ASCENSOR. El rótulo debe ser de color rojo y las letras de color blanco. (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2000). Rotulo que se indica en la *Figura 72*.

### Figura 72

*Señal de prohibición de uso en caso de emergencia.*



### 3.6 Factibilidad e Impacto económico

Según Diario el Telégrafo Ec. “Hasta febrero del 2019 alrededor de 106.000 personas con discapacidad están en situación de pobreza lo dijo María Amelia Espinosa, subsecretaria de la Misión Las Manueles.” (Redacción Sociedad El Telegrafo, 2019). Pese a esto el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) determinó que el 83,3% de los habitantes de las ciudades de Quito, Guayaquil, Cuenca, Ambato y Machala se encuentra actualmente en el estrato económico medio.

Entonces, ¿Una familia integrada por una persona con discapacidad motriz de estrato medio podría financiar la implementación de este tipo de ascensores?

Estamos convencidos que si , ya que este proyecto se materializo con alrededor de tres mil dólares<sup>6</sup>, costo que es muy inferior a los propuestos por las pocas compañías nacionales mismos que bordean los 10000 dólares monto que para este estrato económico sería muy difícil conseguir.

No se puede determinar un costo estándar para replicar este proyecto ya que hay factores que influyen directamente en el mismo como la cantidad de personas a transportar, los metros de elevación la estructura de la vivienda, la ubicación geográfica incluso la disponibilidad de materiales y los acabados finales; a continuación, en la Tabla 12 se resume los costos del proyecto.

---

<sup>6</sup> Nota. Presupuesto detallado en el Anexo 5.

**Tabla 12**

*Resumen de costos de implantación y construcción.*

<b>DESCRIPCION</b>	<b>COSTO</b>
<b>Sistema Mecánico</b>	600
<b>Sistema Eléctrico y Tractor</b>	700
<b>Mano de obra</b>	1400
<b>Acabados</b>	300
<b>TOTAL</b>	<b>3000</b>

## CAPÍTULO IV

### 4 Manual de Usuario para la Operación del Ascensor Automatizado.

“Un manual de usuario es, un documento de comunicación técnica que busca brindar asistencia a los sujetos que usan un sistema (...), este tipo de publicaciones brinda las instrucciones necesarias para que un usuario pueda utilizar un determinado producto o servicio”. (Google Sites, 2011).

#### 4.1 Portada del Manual de Usuario.

Es la parte principal de todo el manual por lo que debe ser breve, precisa y debe llamar la atención del lector

#### Figura 73

*Diseño de la portada para el manual de usuario.*



## 4.2 Documentos de Control

En esta sección se establece los datos de autoría y certificaciones que validan el manual a elaborarse.

**Tabla 13**

*Hoja de control*

<b>Organismo</b>	TECNOLOGIA EN ELECTROMECHANICA – ESPE		
<b>Proyecto</b>	Ascensor automatizado de acuerdo a las necesidades de personas con capacidades diferentes para vivienda unifamiliar de dos plantas		
<b>Entregable</b>	Manual de Usuario		
<b>Autor</b>	Jonathan Solis		
<b>Versión/Edición</b>	001	<b>Fecha Versión</b>	20/07/2020
<b>Aprobado por</b>	Ing. José Parreño	<b>Fecha Aprobación</b>	
		<b>Nº Total de</b>	
		<b>Páginas</b>	<b>6</b>

**Tabla 14**

***Control de Distribución***

**Apellidos , Nombres**

Solis Basantes Jonathan Gustavo

Parreño Olmos Jose Alfredo

### 4.3 Índice del Manual De Usuario

#### Figura 74

*Índice de contenidos del manual de Usuario.*

HOJA DE CONTROL .....	2
CONTROL DE DISTRIBUCIÓN .....	2
INDICE DEL MANUAL DE USUARIO.....	3
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA .....	4
OBJETO .....	4
ALCANCE.....	4
FUNCIONALIDAD.....	4
CRITERIOS DE SEGURIDAD .....	6
FAQ.....	7
GLOSARIO DEL MANUAL DE USUARIO .....	8
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS DEL MANUAL DEL USUARIO.....	8

### 4.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

#### 4.4.1 Objeto

Indicar el funcionamiento y modo de operación del ascensor automatizado garantizando así el pleno funcionamiento del mismo cumpliendo con los más altos niveles de seguridad y confiabilidad.

#### 4.4.2 Alcance

El presente manual de usuario establecerá los procedimientos básicos que el

ocupante del sistema de elevación habrá de cumplir para garantizar el funcionamiento seguro del mismo; así también consejos para evitar el acortamiento de la vida útil, finalmente se aclara ciertas inquietudes comúnmente realizadas por personas que ocupan estos dispositivos.

#### 4.5 Funcionalidad

- El sistema de elevación o ascensor residencial es 100% eléctrico por lo que usted lo comandara por botones también llamados pulsadores.
- Si usted se encuentra en la entrada inferior de su vivienda rápidamente notará sensor dactilar situado en la pared donde se registrará sus huellas.

#### Figura 75

*Sensor de huella dactilar de planta baja.*



- Lógicamente si la cabina se encuentra en el piso inferior y usted presiona el **Botón de Planta Baja** este no funcionara; de similar manera trabajara en la parte superior.
- Una vez dentro cierre la puerta y presione único botón (color verde) que encontrara en la cabina.

- **Recuerde** si por error usted no cierra la puerta el ascensor no se moverá de su posición ya que tiene un sensor de apertura.

### Figura 76

*Pulsador eléctrico ubicado en el interior de la cabina.*



- Si usted está bajando o subiendo y en trayecto alguien presiona un **Botón de Planta** es decir llama al ascensor, el sistema de control hará que usted cumpla su recorrido y posteriormente la cabina automáticamente acuda a dicha llamada.
- No se olvide de cerrar la puerta para que este vuelva automáticamente.

### 4.6 Criterios De Seguridad

- Para precautelar la seguridad del usuario el sistema de ascensor cuenta con un motor de imanes permanentes el cual al detectar la ausencia de energía eléctrica se boquea inmediatamente evitando que la cabina se desplome.
- El ascensor cuenta con un respaldo de energía eléctrica (**UPS**), el cual evita que la cabina quede atrapada en medio de los pisos.
- **Recuerde** este ascensor es de uso restringido para personas con problemas de movilidad reducida.
- **Respete** La carga máxima que puede elevar el ascensor son dos personas, además una silla de ruedas.

- El ascensor no funcionará si la puerta de protección está abierta o mal cerrada.
- No salte ni juguete dentro del ascensor.

#### **4.7 Preguntas Frecuentes de usuarios (FAQ).**

- **¿Es seguro transportarse en ascensor?**

Si, todos los ascensores cumplen con normativas internacionales tanto de diseño como de construcción garantizando así un factor de seguridad muy alto en el sistema.

- **¿Los cables del ascensor pueden romperse?**

No, Los cables que halan a la cabina son especialmente diseñados por los fabricantes de los grupos tractores del ascensor (motores) por lo que es más probable que el motor no pueda subir tanto peso a que los cables se rompan.

- **¿Qué sucedería si a la cabina ingresan más personas de lo recomendado?**

Aunque el sistema de elevación este sobredimensionado es decir este realmente este diseñado para más personas los dispositivos eléctricos de protección se activarían haciendo que la cabina no se mueva.

- **¿Si me quedo atrapado en el ascensor puedo asfixiarme?**

No, el sistema de elevación no necesita ser hermético por lo que generalmente su diseño permite el ingreso del aire.

- **¿Por qué no se debe utilizar los ascensores en caso de sismo o emergencia?**

Generalmente los ascensores están anclados al piso y columnas y durante el sismo los anclajes pueden perder adherencia combinado con las vibraciones hace que este puede desplomarse.

#### 4.8 Glosario del Manual De Usuario

**Botón o Pulsador.** –“Un pulsador es un interruptor cuya función es permitir o interrumpir el paso de la corriente eléctrica de manera momentánea.”. (Shoptronica, 2013).

**Paro de emergencia.** –“Es un sistema diseñado para intervenir de manera automática el flujo en líneas de proceso. Está diseñado para avisar de manera automática que existe algún evento ajeno al proceso.”. (Nuvoil, 2016).

**UPS.** - Fuente de alimentación ininterrumpida.

**FAQ.** - Preguntas frecuentes de usuario.

#### 4.9 Bibliografía y Referencias del Manual de Usuario

Nuvoil. (11 de Noviembre de 2016). *FICHASTECHNICAS2.0-7*. Obtenido de <https://www.nuvoil.com/wp-content/uploads/2016/11/FICHASTECHNICAS2.0-7.pdf>

Shoptronica. (21 de Febrero de 2013). *Shoptronica*. Obtenido de <https://www.shoptronica.com/curiosidades-tutoriales-y-gadgets/4079-que-son-los-interruptores-pulsadores-conmutadores-0689593950512.html>

## 5 Conclusiones

- El espacio físico disponible de la cabina está diseñado específicamente para abarcar a dos personas una de ellas con silla de ruedas, sin embargo, basados en la teoría el ascensor puede soportar el doble de su peso nominal (150 Kg) evitando así condiciones inseguras en el circuito de elevación si esta disposición se incumple.
- Este proyecto puede ser implementado en hogares de personas con discapacidad física los cuales se encuentren en un nivel económico medio, puesto que durante la ejecución del ascensor nos encontramos con una gran oferta comercial de componentes electromecánicos, marcas y modelos que cumplen con las mismas especificaciones y garantías de uso que las corporaciones habituales, reduciendo así el presupuesto final en un 60% en comparación con fabricantes nacionales.
- El ascensor se encuentra funcionando en las condiciones establecidas el mismo no presenta vibraciones, paradas bruscas, cortes de energía o fallos de control, demostrado que los cálculos y simulaciones mecánicas - eléctricas son correctas.

## 6 Recomendaciones

- Respetar los límites de carga de la cabina de acuerdo a las señales de seguridad que se encuentran en los ingresos al ascensor para evitar el acortamiento de la vida útil del sistema.
- Establecer un plan de mantenimiento periódico (bimestral) para evitar el desgaste mecánico excesivo y garantizar el óptimo funcionamiento del ascensor.
- Solo un profesional calificado debe realizar alguna modificación en la parametrización del sistema control ya que este fue diseñado para el transporte de personas con una discapacidad específica.

## 7 Referencias Bibliográficas

- AC&CC Ingeniería eléctrica. (17 de Junio de 2018). *AC&CC Ingeniería eléctrica*. Recuperado el 14 de Julio de 2020, de <https://www.ac-cc.com/blog/como-funciona-una-ups>
- Accessible elevator or lift. (01 de Noviembre de 2011). *ISO 7001 Graphical symbols*. Recuperado el 28 de Mayo de 2020, de [https://dgn.isolutions.iso.org/obp/ui?\\_escaped\\_fragment\\_=iso:grs:7001:PI\\_PF\\_031](https://dgn.isolutions.iso.org/obp/ui?_escaped_fragment_=iso:grs:7001:PI_PF_031)
- AGENDA CIUDADANA PARA LA MOVILIDAD SUSTENTABLE. (s/f de Octubre de 2012). *ROPUESTAS PARA EL GOBIERNO DE JALISCO*. Recuperado el 22 de Abril de 2020, de [https://documentop.com/agenda-ciudadana-para-la-movilidad-sustentable-ciudad-pixel\\_59fff5bf1723dd7c3d0ad381.html](https://documentop.com/agenda-ciudadana-para-la-movilidad-sustentable-ciudad-pixel_59fff5bf1723dd7c3d0ad381.html)
- AHMSA. (s/f de s/f de s/f). *Altos Hornos de Mexico*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2019, de [https://www.ahmsa.com/assets/files/manuales/manual-ahmsa/Capitulo\\_1.pdf](https://www.ahmsa.com/assets/files/manuales/manual-ahmsa/Capitulo_1.pdf)
- Anonimo. (s/f de s/f de s/f). *Google Sites*. Recuperado el 12 de Abril de 2020, de Google Sites: <https://sites.google.com/site/elascensor20/partes-de-un-ascensor>
- ASME B30.16. (s/f de s/f de 2007). *POLIPASTO ESPANOL*. Recuperado el 10 de Marzo de 2020, de <https://vdocuments.mx/asme-b3016-polipastos-espanol.html>
- AUTOTRACEN. (13 de Febrero de 2020). *Lenguaje SIEMENS*. Recuperado el 03 de Abril de 2020, de <http://www.autracen.com/lenguajes/>
- Azo Materials. (s/f de s/f de 2020). *Acero al carbono*. Recuperado el 20 de Julio de 2020, de <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=6538>
- Bextok. (s/f de s/f de 2017). *Guía definitiva sobre el cable de acero*. Recuperado el 07 de Marzo de 2020, de <https://blog.bextok.com/guia-cable-de-acero/>
- CablesCentro. (s.f.). *cables*. Recuperado el 20 de Abril de 2020, de <http://www.cablecentrosac.com/cables.html>
- Cadena, F., & Pineda, D. (s/f de Noviembre de 2018). *dspace*. Recuperado el 04 de Mayo de 2020, de dspace: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12178/1/Herrera%20Alvarado%20c%20Diego%20Alejandro.pdf>
- Casa del Perno. (23 de Marzo de 2017). *Resistencia de Pernos y Tuercas*. Recuperado el 05 de Junio de 2020, de [http://www.casadelperno.com/AyudaTecnica\\_Resistencia.html](http://www.casadelperno.com/AyudaTecnica_Resistencia.html)
- Castillo, J. (23 de Febrero de 2019). *Profesional Review*. Recuperado el 19 de Mayo de 2020, de [https://www.profesionalreview.com/2019/02/23/que-es-sai/#Que\\_caracteristicas\\_debemos\\_conocer\\_para\\_comparar\\_un\\_SAI](https://www.profesionalreview.com/2019/02/23/que-es-sai/#Que_caracteristicas_debemos_conocer_para_comparar_un_SAI)
- CEJAROSU. (s/f de s/f de 2015). *MecanESO*. Recuperado el 01 de Junio de 2020, de [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec\\_poleamovil.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_poleamovil.htm)

- Colegio de Arquitectos Madrid. (s/f de s/f de 1976). *Comisión de Cultura del Colegio de Arquitectos*. Recuperado el 31 de Octubre de 2019, de <http://worldcat.org/identities/lccn-n86030107/>
- COLEGIO DE INGENIEROS ELECTRICOS DE PICHINCHA. (1973). *CODIGO ELECTRICO ECUATORIANO*. Quito. Recuperado el 26 de Marzo de 2020
- COMPAÑÍA PERUANA DE USO MINERO ECOLÓGICO Y TÉCNICO. (2006). *SISTEMAS DE IZAJE*. Lima: COMPUMET EIRL. Recuperado el 26 de Febrero de 2020
- Corbalán Pinar, A. (09 de septiembre de 2010). *ACCESIBILIDAD GLOBAL*. Recuperado el 30 de Enero de 2020, de <http://www.accesibilidadglobal.com/2010/07/la-definicion-de-una-barrera.html>
- DAN CARTEL. (13 de Febrero de 2020). *No utilizar en caso de emergencia ascensor DIN A5 (210 x 148 mm)*. Recuperado el 10 de Julio de 2020, de <https://señales.net/tienda/no-utilizar-en-caso-de-emergencia-ascensor/>
- Dconcept. (04 de Julio de 2020). *Prevención de accidentes*. Recuperado el 18 de Febrero de 2020, de <https://deconceptos.com/ciencias-sociales/prevencion-de-accidentes>
- Del Campo, H. (35 de 05 de 2015). *Gran Vertical*. Recuperado el 29 de Enero de 2020, de <https://www.granvertical.com/2015/05/23/98/>
- DIPAC. (s/f de s/f de 2016). *DIPAC Productos de acero*. Recuperado el 03 de Abril de 2020, de DIPAC Productos de acero: <http://www.dipacmanta.com/tubos/tubos-estructurales/tubo-estructural-cuadrado-negro>
- EDELSAC. (s/f de s/f de s/f). *Especialistas de elevacion*. Recuperado el 19 de Enero de 2020, de [http://www.edelsac.com/esp/productos/detalle.php?categoriaID=213&id\\_parent=198](http://www.edelsac.com/esp/productos/detalle.php?categoriaID=213&id_parent=198)
- Egea García, C. (2011). *Clasificaciones de la OMS sobre discapacidad*. Recuperado el 11 de Octubre de 2019, de [https://www.um.es/discatif/METODOLOGIA/Egea-Sarabia\\_clasificaciones.pdf](https://www.um.es/discatif/METODOLOGIA/Egea-Sarabia_clasificaciones.pdf)
- ElectronicaFacil. (s/f de s/f de 2015). *ElectronicaFacil*. Recuperado el 08 de Junio de 2020, de <https://www.electronicaFacil.net/tutoriales/Valores-normalizados-cables-AWG.html>
- Eleval CIA.LTDA. (30 de Junio de 2016). *ELEVAL*. Recuperado el 11 de Enero de 2020, de <http://www.elevalascensores.com/ascensores/con-discapacidad>
- ELEVATOR MEDELLIN. (28 de Agosto de 2018). *Parte vital de un ascensor*. Recuperado el 10 de Marzo de 2020, de <http://www.thyssenkruppelevadores.com.br/blog-latam/todos/sabes-donde-queda-la-parte-vital-del-ascensor/>
- ENIER. (s/f). *Enier Elevators*. Recuperado el 29 de Diciembre de 2019, de <https://www.enier.com/historia-los-primeros-ascensores/>
- Fernandez, O. (9 de Mayo de 2017). *Código Electrónica*. Recuperado el 20 de Marzo de 2020, de <http://codigoelectronica.com/blog/partes-plc-siemens-logo>

- Fundación Homero. (s/f de s/f de 2011). *Fundación Homero*. Recuperado el 18 de Febrero de 2020, de <https://fundacionhomero.webnode.es/preguntas-sobre-la-ceguera/uso-de-baston/>
- Gasca, A. (2015 de Noviembre de 2016). *Automatizacion y Neumatica*. Recuperado el 20 de Marzo de 2020, de <http://procesos2automatizacionyneumatica.blogspot.com/>
- Google Sites. (s/f de s/f de 2011). *Google Sites*. Recuperado el 21 de Julio de 2020, de <https://sites.google.com/site/manualdeusuario2011/manual-de-usuario-conceptos-objetivos-y-tipos>
- Habitissimo. (23 de 06 de 2013). *INSTALACIÓN ASCENSOR EN HUECO DE ESCALERA*. Recuperado el 08 de Enero de 2020, de *INSTALACIÓN ASCENSOR EN HUECO DE ESCALERA*: <https://proyectos.habitissimo.es/proyecto/instalacion-ascensor-en-hueco-de-escalera#1>
- Herrera, D. (08 de marzo de 2013). *dspace*. Recuperado el 24 de Febrero de 2020, de dspace: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12178/1/Herrera%20Alvarado%20c%20Diego%20Alejandro.pdf>
- HOSPIMEDICA. (02 de Abril de 2015). *Diseño innovador para mejor acceso a sillas de ruedas*. Recuperado el 12 de Marzo de 2020, de <https://www.hospimedica.es/cuidados-de-pacientes/articulos/294758025/disenio-innovador-para-mejor-acceso-a-sillas-de-ruedas.html>
- Industrial Solutions. (18 de Enero de 2020). *GE Industrial Solutions*. Recuperado el 05 de Marzo de 2020, de <http://www.geindustrial.com.ar/descargables/GE-Industrial2017-Guia.pdf>
- Instituto de enseñanza a distancia de Andalucía. (12 de Mayo de 2013). *Tecnología por proyectos*. Recuperado el 23 de Mayo de 2020, de [https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947843/contido/315\\_elementos\\_de\\_proteccion.html](https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947843/contido/315_elementos_de_proteccion.html)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (11 de Mayo de 2000). *macelectronic.ne*. Recuperado el 14 de Marzo de 2020, de [http://www.macelectronic.net/PAGINA/DESCARGAS/NORMAS/ACCESIBILIDAD\\_ESPECIALLES.pdf](http://www.macelectronic.net/PAGINA/DESCARGAS/NORMAS/ACCESIBILIDAD_ESPECIALLES.pdf)
- Instituto Guatemalteco de Turismo. (2011). *MANUAL TECNICO DE ACCESIBILIDAD UNIVERDAL*. Guatemala: Instituto Guatemalteco de Turismo. Recuperado el 24 de Octubre de 2019
- IzaCables. (s/f de s/f de 2017). *Guía definitiva sobre el cable de acero*. Obtenido de <http://izacables.com/cables.html>
- Look Medical. (s/f de s/f de s/f). *Lookformedical*. Recuperado el 11 de Octubre de 2019, de <https://lookformedical.com/es/web/distrofias-musculares>
- Medina Mena, J. J., & Menendez Freile, P. J. (s/f de s/f de 2015). *Repositorio Dspace*. Recuperado el 20 de Febrero de 2020, de Repositorio Dspace: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/11448>

- Miraverte, A., Larrode, E., Cuartero, J., & Castejon, L. (1998). *Los transportadores en la ingeniería industrial*. Zaragoza: Antonio Miraverte. Recuperado el 04 de Junio de 2020
- Montajes eléctricos. (12 de 03 de 2017). *Winch Installation Guide*. Recuperado el 18 de Marzo de 2020, de <http://www.montajeselectricoscenteno.es/plano-winche-electrico/>
- Montajes, P. (s/f de s/f de 2017). Aparatos de maniobra y control. *Revista Ingeniería Eléctrica*, 04. Recuperado el 22 de Marzo de 2020, de [https://www.editores-srl.com.ar/revistas/ie/324/puente\\_montajes\\_auxiliares\\_mando\\_senalizacion](https://www.editores-srl.com.ar/revistas/ie/324/puente_montajes_auxiliares_mando_senalizacion)
- Montejo, B. (2012). *Accionamientos Hidráulicos En Ascensores*. Zaragoza: Catálogo Otis. Recuperado el 21 de Diciembre de 2019
- Negri, A. (2019). *Libro de Movilidad humana*. España: Fundacion Transitemos. Recuperado el 19 de Octubre de 2019
- Nichese. (s7f de s/f de s/f). *Motores Electricos*. Recuperado el 05 de Abril de 2020, de <http://motores.nichese.com/universal.htm>
- Nuvoil. (11 de Noviembre de 2016). *FICHA TÉCNICAS 2.0-7*. Recuperado el 09 de Febrero de 2020, de <https://www.nuvoil.com/wp-content/uploads/2016/11/FICHA TÉCNICAS 2.0-7.pdf>
- OLIBECY, V. G. (14 de Junio de 2014). *repositorio.ug.edu.ec*. Recuperado el 14 de Abril de 2019, de [repositorio.ug.edu.ec: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/5694/1/Documento%20Word.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/5694/1/Documento%20Word.pdf)
- Organizacion Mundial Salud. (s/f de s/f de 2020). *OMS CAIDAS*. Recuperado el 03 de Noviembre de 2019, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/falls>
- Paredes, D. (s/f de s/f de 2017). *Automatización de un Sistema de Ascensores*. Recuperado el 03 de Noviembre de 2019, de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91388/fichero/TFG+-+Automatizaci%C3%B3n+de+Sistema+de+Ascensores.pdf>
- PESCA Y PUERTOS. (17 de Enero de 2018). *¿Cómo funciona un motor eléctrico de corriente continua?* Recuperado el 04 de Febrero de 2019, de <https://www.pescaypuertos.com.ar/como-funciona-un-motor-electrico-de-corriente-continua/>
- Plataformaarquitectura. (18 de Junio de 2014). *Diseno Universal en Espacios Publicos*. Recuperado el 11 de Diciembre de 2019, de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-370920/en-detalle-diseno-universal-en-espacios-publicos/583f11d6e58ece8da2000010-en-detalle-diseno-universal-en-espacios-publicos-antropometria-persona-con-baston>
- Redacción Sociedad El Telegrafo. (21 de Marzo de 2019). Espinosa: "106.000 personas con discapacidad, en situación de pobreza". *Sociedad*, págs. 13-18. Recuperado el 04 de Julio de 2020

- SAE. (s/f de s/f de s/f). *CLASIFICACION DE LOS ACEROS*. Recuperado el 09 de Julio de 2020, de CLASIFICACION DE LOS ACEROS:  
<https://usuarios.fceia.unr.edu.ar/~adruker/Clasificaci%F3n%20de%20aceros%20Mat%20y%20Pro.pdf>
- Sanhueza, H., & Lotito, F. (2011). *DISCAPACIDAD Y BARRERAS ARQUITECTÓNICAS: UN DESAFÍO PARA LA INCLUSIÓN*. Recuperado el 11 de Octubre de 2019, de  
<https://www.redalyc.org/pdf/2817/281722876003.pdf>
- Shoptronica. (21 de Febrero de 2013). *Shoptronica*. Recuperado el 25 de Abril de 2020, de  
<https://www.shoptronica.com/curiosidades-tutoriales-y-gadgets/4079-que-son-los-interruptores-pulsadores-conmutadores-0689593950512.html>
- Siemens LOGO. (16 de Septiembre de 2014). *Siemens LOGO*. Recuperado el 22 de Abril de 2020, de [https://siemenslogo.com/module/ph\\_simpleblog/module-ph\\_simpleblog-single?sb\\_category=general&rewrite=que-es-un-siemens-logo](https://siemenslogo.com/module/ph_simpleblog/module-ph_simpleblog-single?sb_category=general&rewrite=que-es-un-siemens-logo)
- SIGNIFICADOSORG. (01 de Enero de 2018). *SIGNIFICADOSORG*. Recuperado el 01 de Octubre de 2019, de <https://www.significados.com/desplazamiento/>
- Sinha, S. (s/f de s/f de 2016). *Electrónica Unicrom*. Recuperado el 14 de Junio de 2020, de <https://unicrom.com/tipos-de-bateria-en-ups-no-break-sfi-sai/>
- SolidWorks. (s/f de s/f de 2018). *Help.solidworks*. Recuperado el 09 de Junio de 2020, de Help.solidworks:  
[http://help.solidworks.com/2018/spanish/SolidWorks/cworks/c\\_Factor\\_of\\_Safety\\_Check.htm](http://help.solidworks.com/2018/spanish/SolidWorks/cworks/c_Factor_of_Safety_Check.htm)
- SOLTEC. (21 de Marzo de 2017). *ELECTROFACIL*. Recuperado el 17 de Febrero de 2020, de <http://electrofacil-soltec.blogspot.com/2017/03/motor-de-iman-permanentes.html>
- TecniYale. (s/f de s/f de s/f). *CABRESTANTES*. Recuperado el 20 de Abril de 2020, de CABRESTANTES: <http://www.tecniyale.com/paginas/cabrestantes>
- THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. (2002). SAFETY CODE FOR ELEVATORS AND ESCALATORS. En T. A. ENGINEERS, *ASME A17.1-2000* (pág. 179). New York: THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. Recuperado el 24 de Junio de 2020
- Timetoast timelines. (s/f de s/f de 2007). *Timetoast timelines*. Recuperado el 02 de Abril de 2020, de <https://www.timetoast.com/timelines/historia-del-plc-02c1e238-b9fe-4455-b55a-3b5e84ecb3c9>
- Torres, M. (12 de Mayo de 2014). *Xunta de Galicia*. Recuperado el 27 de Abril de 2020, de [https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contido/22\\_la\\_polea.html](https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contido/22_la_polea.html)
- URBAN HUB. (s/f de s/f de 2019). *Elisha-Otis-Elevator*. Recuperado el 29 de Diciembre de 2019, de [https://www.urban-hub.com/es/urban\\_lifestyle/el-ascensor-como-simbolo-de-las-ciudades-modernas/elisha-otis-elevator\\_1200x640/](https://www.urban-hub.com/es/urban_lifestyle/el-ascensor-como-simbolo-de-las-ciudades-modernas/elisha-otis-elevator_1200x640/)

VIEC SA. (s/f de s/f de 2019). *MATERIALES E INSUMOS ELÉCTRICOS PARA LA INDUSTRIA*.

Recuperado el 02 de Febrero de 2020, de <https://viec.com.ar/materiales-insumos-electricos-para-la-industria-y-electricistas/>

ZINELSA ZENER. (33 de Marzo de 2016). *BLOG ZINEZAL*. Recuperado el 29 de Junio de 2020, de

<http://www.inelsazener.com/blog/partes-mas-importantes-de-un-ascensor/#:~:text=Cuadro%20de%20maniobras%3A%20es%20el,es%20el%20cerebro%20del%20ascensor.>

## 8 ANEXOS