

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, SEDE QUITO

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ELEVADOR DÚPLEX CON
CAPACIDAD DE 25 KG PARA LA BIBLIOTECA DEL CAMPUS EL
GIRÓN DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, SEDE QUITO.**

AUTORES:

JIMÉNEZ ERAZO DIEGO ESTUARDO

PÉREZ PÉREZ MARCELO DAVID

DIRECTOR:

ING. HOMERO YANCHAPAXI A.

Quito, Julio 2012

AGRADECIMIENTO

A Dios y a nuestros padres por su amor, paciencia, confianza y apoyo incondicional.

Al Ing. Homero por transmitirnos sus conocimientos, experiencias e influencias en el desarrollo del trabajo, las cuales nos servirán como herramientas para nuestra vida profesional y su colaboración durante nuestro período universitario.

Al Ing. Edwin y sus colaboradores por ayudarnos en el desarrollo de la parte eléctrica y enseñanza en esta área.

Certifico que el presente trabajo, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico ha sido realizado en su totalidad por los señores: Pérez Pérez Marcelo David y Jiménez Erazo Diego Estuardo.

Los conceptos, análisis, cálculos realizados y conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Atentamente:

ING. Homero Yanchapaxi A.
DIRECTOR DE TESIS

DECLARACIÓN

Nosotros, Pérez Pérez Marcelo David y Jiménez Erazo Diego Estuardo, declaramos que el trabajo realizado es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en el presente documento.

A través de la presente declaración, cedemos el derecho de propiedad intelectual correspondiente de este trabajo a la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad vigente.

.....

Pérez Pérez Marcelo David

.....

Jiménez Erazo Diego Estuardo

ÍNDICE
PÁGINA

RESUMEN..... XVII

INTRODUCCIÓN	XVII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	XVIII
JUSTIFICACIÓN	XIX
OBJETIVOS	XIX
OBJETIVO GENERAL	XIX
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	XIX
ALCANCE.....	XX
HIPÓTESIS.....	XX
HIPÓTESIS GENERAL	XX
HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	XX
GLOSARIO	XXI
CAPITULO I.....	- 1 -
MARCO TEÓRICO.....	- 1 -
1.1 ELEVADORES	- 1 -
1.2 ELEMENTOS PRINCIPALES DE UN ELEVADOR	- 1 -
1.2.1 POZO	- 3 -
1.2.2 CABINA	- 3 -
ÍNDICE	
PÁGINA	
1.2.2.1 CONSIDERACIONES PARA LA CABINA	- 4 -
1.2.3 CONTRAPESO	- 4 -

1.2.4 SISTEMA DE AMORTIGUACIÓN	- 5 -
1.2.5 GUÍAS	- 6 -
1.2.5.1 GUÍAS DE CABINA.....	- 6 -
1.2.5.2 GUÍAS DE CONTRAPESO	- 7 -
1.2.5.3 TIPOS DE PERFILES DE LAS GUÍAS	- 7 -
1.2.6 SISTEMA DE FRENOS	- 8 -
1.2.6.1 FRENO MECÁNICO	- 8 -
1.2.6.2 FRENO ELÉCTRICO.....	- 9 -
1.2.6.3 FRENO DE EMERGENCIA	- 10 -
1.3 GRUPO DE TRACCIÓN	- 11 -
1.3.1 MOTOR	- 11 -
1.3.1.1 MOTORES DE UNA VELOCIDAD	- 12 -
1.3.1.2 MOTORES DE DOS VELOCIDADES	- 12 -
1.3.1.3 MOTORES CON CONVERTIDOR DE FRECUENCIA.....	- 13 -
1.3.1.4 GEARLESS (SIN ENGRANAJES).....	- 13 -
1.3.1.5 REDUCTOR	- 14 -
 ÍNDICE PÁGINA	
1.3.2 POLEAS DE TRACCIÓN	- 15 -
1.3.3 POLEA DE REENVÍO	- 16 -
1.3.4 SISTEMA DE ELEVACIÓN	- 18 -

1.3.4.1 SUSPENSIÓN	- 18 -
1.3.4.2 CABLES	- 20 -
1.3.4.3 NOTACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE CABLES	- 21 -
1.3.4.4 CABLES PARA ELEVADORES Y MONTACARGAS.....	- 22 -
1.3.4.5 CABLE DE COMPENSACIÓN.....	- 22 -
1.3.4.6 CABLES DE TRACCIÓN.....	- 22 -
1.3.4.7 CABLE LIMITADOR DE VELOCIDAD	- 23 -
1.3.5 SALA DE MÁQUINAS	- 23 -
1.3.6 TABLERO DE CONTROL	- 24 -
1.3.7 SEÑALIZACIÓN Y CONTROL.....	- 26 -
1.3.7.1 PANEL DE MANDO INTERIOR.....	- 26 -
1.3.8 PANEL DE MANDO EXTERIOR.....	- 28 -
1.3.9 PUERTAS DE CABINA	- 30 -
1.3.9.1 PUERTAS MANUALES.....	- 31 -
1.3.9.2 PUERTAS SEMIAUTOMÁTICAS	- 31 -
ÍNDICE	
PÁGINA	
1.3.9.3 PUERTAS AUTOMÁTICAS	- 32 -
1.3.9.4 PUERTAS GUILLOTINA.....	- 32 -
CAPITULO II	- 33 -
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	- 33 -

2.1 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	33 -
2.1.1 FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	33 -
2.1.2 FACILIDAD DE MANTENIMIENTO	33 -
2.1.3 SEGURIDAD.....	34 -
2.1.4 COSTO DE FABRICACIÓN	34 -
2.2 VALORACIÓN NUMÉRICA	34 -
2.3 FACTOR DE PONDERACIÓN	34 -
2.4 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE IZAJE	35 -
2.4.1 ALTERNATIVA A: ELEVADOR CON RODILLO ENROLLADOR DE CABLES	35 -
2.4.2 ALTERNATIVA B: ELEVADOR CON POLEA DE TRACCIÓN Y CONTRAPESO	36 -
2.4.3 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	38 -
2.4.4 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DEL SISTEMA DE IZAJE	38 -
2.5 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE PUERTAS.....	39 -
 ÍNDICE	
PÁGINA	
2.5.1 ALTERNATIVA A: ELEVADOR CON PUERTAS TIPO GUILLOTINA	39 -
2.5.2 ALTERNATIVA B: ELEVADOR SIN PUERTAS CON PULSADOR DE BLOQUEO.....	40 -
2.5.3 ALTERNATIVA C: ELEVADOR SIN PUERTAS CON SENSORES FOTOELÉCTRICOS	41 -

2.5.4 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	- 42 -
2.5.5 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DEL SISTEMA DE PUERTAS.....	- 42 -
CAPITULO III	- 43 -
DISEÑO DE COMPONENTES DEL ELEVADOR.....	- 43 -
3.1 PARÁMETROS DE DISEÑO.....	- 43 -
3.1.1 CARGA NETA	- 43 -
3.1.2 TAMAÑO Y PESO DE LA CABINA.....	- 43 -
3.1.3 PESO DEL CONTRAPESO	- 45 -
3.1.4 RECORRIDO.....	- 45 -
3.1.5 VELOCIDAD	- 45 -
3.1.6 UBICACIÓN	- 47 -
3.2 DISEÑO DE COMPONENTES	- 47 -
3.2.1 CALCULO DEL SISTEMA DE TRACCIÓN	- 47 -
3.2.1.1 DIÁMETRO MÍNIMO DE LA POLEA DE TRACCIÓN.....	- 47 -
ÍNDICE	
PÁGINA	
3.2.1.2 DIÁMETRO MÍNIMO DE LA POLEA DE REENVÍO.....	- 49 -
3.2.1.3 DIÁMETRO MÍNIMO DEL CABLE	- 50 -
3.2.1.4 NÚMERO DE CABLES.....	- 51 -
3.2.1.5 POTENCIA DEL MOTOR.....	- 52 -
3.2.1.6 DISEÑO DEL EJE DE REENVÍO	- 53 -

3.2.1.7 DISEÑO DEL EJE TRACCIÓN	- 55 -
3.2.1.7.1 ESFUERZOS DEL DIAGRAMA DE MOMENTOS DEL EJE DE TRACCIÓN	- 57 -
3.2.1.7.2 ESFUERZO TORSOR DEL EJE DE TRACCIÓN.....	- 58 -
3.2.1.7.3 DISEÑO A FATIGA PARA DETERMINAR EL MATERIAL DEL EJE	- 59 -
3.2.1.7.4 LÍMITE DE FATIGA A LA CORTADURA CORREGIDA.....	- 63 -
3.2.1.7.5 DIÁMETRO.....	- 63 -
3.2.1.8 SELECCIÓN DE CHAVETA	- 64 -
3.2.1.8.1 FALLO POR CIZALLAMIENTO	- 66 -
3.2.1.8.2 FALLO POR APLASTAMIENTO	- 67 -
3.2.1.9 SELECCIÓN DE CHUMACERAS.....	- 68 -
3.2.2 CÁLCULO DE BANCADA.....	- 69 -
3.2.2.1 TRAVESAÑOS DE BANCADA	- 69 -
ÍNDICE	
PÁGINA	
3.2.2.2 BASE DE BANCADA	- 72 -
3.2.3 CÁLCULO DE ESTRUCTURA.....	- 75 -
3.2.3.1 CÁLCULO DE COLUMNAS.....	- 75 -
3.2.3.2 ENSAMBLADO DE LA ESTRUCTURA	- 77 -
3.2.4 SELECCIÓN DE PERNOS	- 78 -
3.2.5 DISEÑO Y SELECCIÓN DE UNIONES SOLDADAS Y ELECTRODOS	- 80 -

3.2.6 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE AMORTIGUAMIENTO	- 81 -
3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL	- 82 -
3.3.1 SELECCIÓN DE MATERIALES	- 82 -
3.3.1.1 SELECCIÓN DEL GUARDA MOTOR	- 82 -
3.3.1.2 SELECCIÓN DEL CONTACTOR DE FALLA DE FASE	- 83 -
3.3.1.3 SELECCIÓN DE LOS CONTACTORES	- 84 -
3.3.1.4 SELECCIÓN DE RELÉS	- 85 -
3.3.1.5 SELECCIÓN DEL PLC.....	- 86 -
3.3.1.6 SELECCIÓN DE TAMAÑO DE CABLES	- 87 -
3.3.1.7 SELECCIÓN DE SENSORES FOTOELÉCTRICOS.....	- 88 -
3.4 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN Y PRUEBAS DE CADA EQUIPO	- 90 -

ÍNDICE
PÁGINA

3.5 REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO	- 92 -
3.5.1 MÁQUINAS Y EQUIPOS	- 92 -
3.5.2 HERRAMIENTAS	- 92 -
3.5.3 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN	- 93 -
3.5.4 MATERIA PRIMA.....	- 93 -
3.5.5 ELEMENTOS NORMALIZADOS Y SELECCIONADOS	- 93 -
3.5.6 ELEMENTOS A CONSTRUIR	- 93 -

3.6 MONTAJE	- 94 -
CAPITULO IV	- 95 -
ANÁLISIS DE COSTOS	- 95 -
4.1 COSTOS DIRECTOS	- 95 -
4.1.1 COSTOS DE MATERIALES E INSUMOS UTILIZADOS.....	- 95 -
4.2 COSTOS INDIRECTOS.....	- 100 -
4.3 COSTO POR CARGA FABRIL.....	- 101 -
4.4 RESUMEN DE COSTOS	- 102 -
CONCLUSIONES	- 103 -
RECOMENDACIONES	- 104 -
BIBLIOGRAFÍA	- 106 -

ÍNDICE DE ANEXOS

ÍNDICE PÁGINA

ANEXO I: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE PLANCHAS INOX	- 108 -
ANEXO II: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE ÁNGULOS	- 109 -
ANEXO III: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE CANALES	- 110 -
ANEXO IV: SELECCIÓN DEL MOTOREDUCTOR	- 111 -
ANEXO V: CARACTERÍSTICAS DEL MOTOREDUCTOR	- 112 -
ANEXO VI: COEFICIENTE DE SEGURIDAD PARA CABLE	- 113 -
ANEXO VII: PROPIEDADES DE ACERO DE TRANSMISIÓN	- 113 -

ANEXO VIII: PROPIEDADES DE ACERO DE TRANSMISIÓN	- 114 -
ANEXO IX: PROPIEDADES DE CHUMACERA	- 115 -
ANEXO X: PROPIEDADES DEL TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO.....	- 116 -
ANEXO XI: CONTACTOR FALLA DE FASE.....	- 117 -
ANEXO XII: TIPOS DE RELÉS Y SUS CARACTERÍSTICAS.....	- 118 -
ANEXO XIII: TIPO DE ZELIO Y SUS CARACTERÍSTICAS	- 119 -
ANEXO XIV: CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES FOTOELÉCTRICOS PEN-R700A	- 121 -
ANEXO XV: PROTOCOLO DE PRUEBAS	- 122 -
ANEXO XVI: MANUAL DE OPERACIÓN.....	- 126 -
 ÍNDICE PÁGINA	
ANEXO XVII: MANUAL DE MANTENIMIENTO	- 127 -
ANEXO XVIII: FOTOGRAFÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE LOS ELEVADORES.....	- 131 -
ANEXO XIX: COPIAS DE LAS FACTURAS DE LOS MATERIALES E INSUMOS ADQUIRIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS ELEVADORES-	138 -

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE	
PÁGINA	
<i>Figura 1.1 Componentes de un elevador típico.</i>	<i>- 2 -</i>

<i>Figura 1.2 Esquema de distribución de pesos.</i>	- 5 -
<i>Figura 1.3 Amortiguadores de muelle con sistema de retención</i>	- 6 -
<i>Figura 1.4 Perfiles T y Perfiles V</i>	- 8 -
<i>Figura 1.5 Freno electromagnético de un equipo de tracción.</i>	- 9 -
<i>Figura 1.6 Freno eléctrico para un elevador.</i>	- 10 -
<i>Figura 1.7 Freno de emergencia de dos palancas</i>	- 11 -
<i>Figura 1.8 Transmisión típica de un elevador: 1) motor eléctrico de tracción 2) freno, 3) eje y tornillo sinfín, 4) corona, 5) polea de tracción, 6) apoyo del eje.</i>	- 15 -
<i>Figura 1.9 a) Perfil trapezoidal, b) semiesférico sin entalla</i>	- 16 -
<i>Figura 1.10 Poleas de Tracción y Reenvío.</i>	- 17 -
 ÍNDICE PÁGINA	
<i>Figura 1.11 a) Grupo tractor general, b) Maquina vertical, c) con polea de desvío.</i> -	18 -
<i>Figura 1.12 Tipos de suspensiones 1:1 a) con poleas de reenvío, b) sin poleas de reenvío</i>	- 19 -
<i>Figura 1.13 Tipo de suspensión 2:1</i>	- 19 -
<i>Figura 1.14 Constitución de un cable (cordones)</i>	- 20 -
<i>Figura 1.15 Constitución de un cable (estructura)</i>	- 21 -
<i>Figura 1.16 Cables que se pueden encontrar en un elevador</i>	- 23 -
<i>Figura 1.17 Tablero de control o cuadro de maniobra</i>	- 24 -
<i>Figura 1.18 Panel de mando en el interior de la cabina del ascensor.</i>	- 26 -

<i>Figura 1.19 Placa de datos</i>	- 27 -
<i>Figura 1.20 Botonera de niveles, alarma, parada de emergencia</i>	- 28 -
<i>Figura 1.21 Posicionales, direccionales y pulsadores</i>	- 29 -
<i>Figura 1.22 Posicional y direccional</i>	- 29 -
<i>Figura 1.23 Pulsadores</i>	- 30 -
<i>Figura 1.24 Indicadores de emergencia</i>	- 30 -
<i>Figura 2.1 Esquema de sistema de elevación con rodillo enrollado de cable.</i>	- 35 -
<i>Figura. 2.2 Sistema de elevación con polea de tracción.</i>	- 37 -
<i>Tabla 2.1: Evaluación de las alternativas del sistema.</i>	- 38 -
 ÍNDICE PÁGINA	
<i>Figura 2.3 Esquema de sistema de puertas tipo guillotina</i>	- 39 -
<i>Figura 2.4 Elevador sin puerta con pulsador de bloqueo manual.</i>	- 40 -
<i>Figura 2.5 Sensor fotoeléctrico</i>	- 41 -
<i>Tabla 2.2: Evaluación de las alternativas del sistema.</i>	- 42 -
<i>Figura 3.1 Dimensiones de la cabina</i>	- 44 -
<i>Tabla 3.1 Peso cabina</i>	- 44 -
<i>Figura 3.2 Recorrido de la cabina</i>	- 46 -
<i>Figura 3.3 Ubicación de los equipos</i>	- 47 -
<i>Figura 3.4 Distribución de fuerzas en la polea</i>	- 52 -
<i>Figura 3.5 Diagrama de cuerpo libre del eje</i>	- 53 -

<i>Figura 3.6 Diagrama de esfuerzos cortantes y momentos flexionantes de los ejes de reenvío</i>	- 54 -
<i>Figura 3.7 Diagrama de cuerpo libre del eje de tracción</i>	- 55 -
<i>Figura 3.8 Diagrama de esfuerzos cortantes, momentos flexionantes y momento torsor del eje de tracción.</i>	- 56 -
<i>Figura 3.9 Unión con chaveta</i>	- 65 -
<i>Tabla 3.2 Dimensiones de chavetas, cuñas, y chaveteros según DIN en mm, momento torsor admisible</i>	- 65 -
<i>Figura 3.10 Travesaño bancada 1</i>	- 69 -

ÍNDICE
PÁGINA

<i>Figura 3.11 Gráfico esfuerzo cortante y momento flexionante travesaño 1</i>	- 70 -
<i>Figura 3.12 Travesaño bancada 2</i>	- 70 -
<i>Figura 3.13 Esfuerzo cortante y momento flexionante travesaño 2</i>	- 71 -
<i>Figura 3.14 Base bancada 1</i>	- 72 -
<i>Figura 3.15 Esfuerzo cortante y momento flexionante base 1</i>	- 73 -
<i>Figura 3.16 Base bancada 2</i>	- 73 -
<i>Figura 3.17 Esfuerzo cortante y momento flexionante base 2</i>	- 74 -
<i>Tabla 3.3 Características del tubo estructural cuadrado 25 x 25 x 2</i>	- 75 -
<i>Figura 3.18 Cortes en columnas y sus esfuerzos flexionantes</i>	- 78 -
<i>Tabla 3.4 Esfuerzos admisibles y materiales de pernos</i>	- 79 -
<i>Tabla 3.5 Esfuerzos cortantes admisibles sobre soldaduras de chaflán</i>	- 80 -

<i>Tabla 3.6 Tamaños mínimos de cordón para placas gruesas.....</i>	<i>- 81 -</i>
<i>Figura 3.19 Esquema de conexión y funcionamiento de falla de fase.....</i>	<i>- 83 -</i>
<i>Figura 3.20 Contactor.</i>	<i>- 85 -</i>
<i>Tabla 4. 1 Costos de materiales e insumos utilizados</i>	<i>- 99 -</i>
<i>Tabla 4. 2 Costos indirectos de fabricación</i>	<i>- 100 -</i>
<i>Tabla 4. 3 Costo por carga fabril.</i>	<i>- 101 -</i>
<i>Tabla 4. 4 Resumen de costos</i>	<i>- 102 -</i>

RESUMEN

Este proyecto se inicia en el marco teórico que aborda principalmente los conceptos básicos de los componentes de un elevador.

Utilizando el estudio comparativo y de ponderación de criterios, se seleccionan las alternativas que mejor cumplan con los requerimientos planteados en el sistema de izaje, sistema de seguridad y sistema de puertas, también se elabora un Protocolo de Pruebas para los equipos.

Una vez seleccionado el material a utilizarse, se realizan los cálculos estructurales y diseño de los diferentes componentes de los equipos en función a la carga que debe elevar y los esfuerzos a los que están sometidos en su funcionamiento habitual, así mismo se caracterizan los componentes que se requieren para su ensamble y funcionamiento adecuado, estos elevadores han sido instalados en la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede El Girón para el transporte de textos u objetos propios de la misma.

Finalmente se presentan los costos de construcción, conclusiones y recomendaciones que se deben tener en cuenta para su correcto desempeño.

INTRODUCCIÓN

El presente Proyecto de Titulación, tiene como finalidad el desarrollo de dos elevadores que permitan simplificar los problemas cotidianos del personal de la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede El Girón al transportar objetos desde el subsuelo hacia la planta baja y viceversa.

Con los conocimientos adquiridos en los años de formación dentro de la Facultad de Ingeniería Mecánica, se plantea el diseño de los equipos y luego de su aprobación, la construcción y montaje en la Biblioteca, cumpliendo con los objetivos del proyecto.

Con el desarrollo de este proyecto se presentan los fundamentos teóricos, cálculos estructurales y de diseño de los elementos, finalmente su costo, el cual fue solventado en su totalidad por la Universidad Politécnica Salesiana.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente la biblioteca del campus El Girón está siendo objeto de un proceso de remodelación en su infraestructura física para mejorar la atención a estudiantes y docentes.

La biblioteca está compuesta por dos plantas: la planta baja en la que se encuentra el área de consultas y el subsuelo en la que están las estanterías de almacenamiento de libros.

Para trasladar los libros del subsuelo a planta baja existe actualmente un elevador cuya presentación y funcionamiento no responden a las necesidades, a las seguridades, ni guarda armonía con el entorno de la biblioteca.

Además este elevador único es insuficiente para la demanda actual y peor aún para el crecimiento esperado del número de usuarios.

Como solución a este problema se plantea incrementar el número de elevadores a dos equipos, ubicarlos de manera adecuada, cumplir con las normas de seguridad y que guarde armonía con el entorno en el cual se encontrará ubicado.

JUSTIFICACIÓN

El equipo que actualmente existe en la biblioteca, no satisface las necesidades requeridas, no tiene seguridad, no tiene una presentación que guarde armonía con el entorno en el cual se encuentra ubicado; para mejorar estas características, es necesario realizar un estudio para la instalación de dos elevadores independientes, los cuales ayudarán a mejorar el traslado de textos y objetos propios de la Biblioteca.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir dos elevadores de dos paradas con una capacidad máxima de 25 Kg cada uno, para la Biblioteca del campus El Girón de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Quito

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio de alternativas en base a las necesidades de la Biblioteca.
- Diseñar dos elevadores tomando en cuenta las normas de seguridad industrial, que deben tener los equipos de este tipo.
- Construir e instalar los equipos en el sitio con una presentación que guarde armonía con el entorno.
- Elaborar planos generales y de detalle.

ALCANCE

Este proyecto tiene como alcance el diseño y construcción de dos elevadores de dos paradas con una capacidad máxima de peso de 25 Kg, cada uno, estarán ubicados en la Biblioteca del Campus El Girón de la Universidad Politécnica Salesiana. En el desarrollo de este proyecto tomaremos como principal al elevador con mayores dimensiones de cabina, los criterios y resultados de diseño serán aplicados también en el segundo equipo, cada uno constará de un equipo de tracción con un motor reductor de un HP y será controlado con un PLC, también constará de una estructura metálica independiente para cada equipo a fin de facilitar su instalación.

Además se efectuará un estudio de alternativas para evaluar la seguridad en el acceso de la cabina y para seleccionar el sistema de izaje.

Finalmente luego de su construcción se realizará pruebas de funcionamiento, calibración y se elaborarán los respectivos planos generales y de detalle.

HIPÓTESIS

HIPÓTESIS GENERAL

El diseño y construcción de dos elevadores para la biblioteca del campus El Girón de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Quito, facilitará y mejorará el transporte de textos u objetos en la misma.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- El equipo que se encuentra actualmente instalado no satisface las necesidades de la biblioteca, por esta razón se realizará un estudio de alternativas para mejorar las características de los equipos que se desea implementar.
- La biblioteca del campus El Girón de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Quito está pasando por un proceso de renovación y mejoramiento en

varios aspectos, por esto es necesario que los equipos propuestos sean diseñados con los sistemas de seguridad propios de los elevadores.

- La instalación y acabado del equipo deberá tener un aspecto físico propio de un centro de estudios tomando en cuenta la presentación del entorno actual.

GLOSARIO

- **INOX.-** Abreviación de acero inoxidable que es de elevada pureza y resistente a la corrosión, en el contexto se refiere al acero inoxidable 304.
- **Equipo de tracción o equipo tractor.-** Conjunto del motoreductor con las poleas, ejes, chumaceras que permiten la movilidad del equipo.
- **HP.-** unidad de potencia máxima que desarrolla un motor. Hp = Horse Power = Caballos de Potencia.
- **PLC.-** Siglas en ingles "Programmable logic controller". Son controladores lógicos programables. Son muy usados en la industria para controlar maquinaria y sus funciones en la industria.
- **Izaje.-** Es todo dispositivo que permite elevar ó bajar una carga, previamente calculada, en forma segura y controlada.
- **Calibración.-** Es la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medida o un sistema de medida.
- **Remachado.-** Acción y efecto de remachar.
- **Arandelas.-** Disco delgado con un agujero, en el centro. Es complemento de ajuste con perno y tuerca, incrementando su eficacia al ser apretado.
- **Foso, poso o hueco.-** Espacio en el cual viajara la cabina en forma vertical, debe tener un sistema de seguridad adecuado.
- **Bastidor:** Armazón de metal que soporta el equipo de tracción.
- **Excentricidad.-** Distancia entre el centro geométrico de una pieza y su centro de giro.
- **Resistencia a la flexión.-** Resistencia a la acción o efecto de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal.

- **Laminado.-** Es el recubrimiento por una capa decorativa a los tableros de madera para mejor presentación.
- **Carga nominal.-** Representa la carga que soportara el equipo, se desprecia el peso de los materiales que conforman la cabina, en este caso 25 Kg.
- **Dinamo.-** Es un generador eléctrico destinado a la transformación de flujo magnético en electricidad mediante el fenómeno de la inducción electromagnética, generando una corriente continua.
- **Tiristor.-** Es un componente electrónico constituido por elementos semiconductores que utiliza realimentación interna para producir una conmutación.
- **Remanente.-** Es el excedente de cualquier proceso de fabricación como, corte, desbaste, perforaciones, juntas, etc.
- **Manivela.-** Pieza, generalmente de hierro, con forma de ángulo recto que se usa para dar vueltas al eje de una rueda o un mecanismo.
- **Suplantado.-** Ocupar el lugar de otra persona o cosa ilegalmente o hacerse pasar por ella.
- **Confort.-** Termino que cualifica aquello que brinda comodidades y genera bienestar al usuario.
- **Rotor.-** Se denomina así la parte móvil de una máquina rotativa en contraposición con la parte fija, llamada estator, el movimiento puede ser exclusivamente giratorio en torno a su propio eje.
- **Trifásico.-** Dícese de un sistema de tres corrientes eléctricas alternas iguales, procedentes del mismo generador, y desplazadas en el tiempo, cada una respecto de las otras dos, en un tercio de período.
- **Conmutable.-** Que puede cambiar o ser sustituido.
- **RPM.-** Revoluciones por minuto, es la unidad de frecuencia o velocidad angular.
- **Engranaje.-** Es un mecanismo utilizado para transmitir potencia de un componente a otro dentro de una máquina, están formados por dos ruedas dentadas, la mayor se denomina corona' y la menor 'piñón'.
- **Polea de tracción.-** una polea es un dispositivo mecánico de tracción o elevación, formado por una rueda acanalada montada en un eje, estos pueden

considerarse máquinas simples que constituyen casos especiales de la palanca.

- **Trefilado.-** Es la operación de conformación en frío consistente en la reducción de sección de un alambre o varilla haciéndolo pasar a través de un orificio cónico practicado en una herramienta llamada hilera o dado. Los materiales más empleados para su conformación mediante trefilado son el acero, el cobre, el aluminio y los latones, aunque puede aplicarse a cualquier metal o aleación dúctil.
- **Almas textiles.-** En los cables de acero el alma es el soporte de tamaño y consistencia aptos para ofrecer un apoyo firme a los cordones, si el entorno no posee un elevado porcentaje de humedad ni elevadas temperaturas, este tipo de alma ofrece muchas ventajas.
- **Abrasión.-** Es la acción mecánica de rozamiento y desgaste que provoca erosión en un material o tejido.
- **Perfil de garganta semiesférico sin entenalla.-** Tipo de canal o ranura de una polea para aumentar el garre con el cable de tracción.
- **Borneras.-** Pieza metálica en forma de botón que sirve para comunicar un aparato eléctrico o una máquina con un hilo o alambre conductor de corriente eléctrica.
- **Sinterizado.-** Tratamiento térmico de un polvo o compactado metálico o cerámico a una temperatura inferior a la de fusión de la mezcla, para incrementar la fuerza y la resistencia del elemento, creando enlaces fuertes entre las partículas.
- **Aleación.-** Es la adición de elementos, tanto metálicos como no metálicos, a un metal base con el fin de mejorar sus propiedades en el aspecto deseado.
- **Diodos.-** Componente electrónico formado por dos electrodos que solamente permite el paso de la corriente en un sentido, por lo que se usa como rectificador de corriente.
- **Pictogramas.-** Signo o dibujo que tiene un significado en un lenguaje de figuras o símbolos.
- **Satinado.-** Que tiene un aspecto liso y brillante.

- **Difusor.-** Es un dispositivo, generalmente una superficie (por ejemplo un revestimiento), que distribuye el sonido que incide sobre el mismo, en el espacio y en el tiempo.
- **Tecnología LCD.-** (Liquid Crystal Display) está basada en cristales líquidos que actúan como persianas las cuales permiten pasar la luz (crear color) o la bloquean (crear negro) originalmente fue creada para las primeras laptops del mercado para obtener mayor ligereza y calidad de imagen, además de menor consumo de poder y menor irradiación de calor.
- **Abatible.-** Que se puede abatir, inclinar o colocar en posición horizontal.
- **Acoplado.-** unir o encajar entre sí dos piezas o cuerpos de manera que ajusten perfectamente.
- **Sensores fotoeléctricos.-** Es un dispositivo electrónico que responde al cambio en la intensidad de la luz. Estos sensores requieren de un componente emisor que genera la luz, y un componente receptor que “ve” la luz generada por el emisor.
- cable viajero.- Estos cables viajan junto a la cabina pueden ser para el uso de sensores o puertas.
- **Electro freno.-** es un sistema de freno accionado eléctricamente consiste en una bobina la cual acciona las zapatas del freno para así detener el motor.
- Kw.- Símbolo de kilovatios.
- Estandarización.- es la redacción y aprobación de normas que se establecen para garantizar el acoplamiento de elementos construidos independientemente
- **Momento torsor.-** Es la componente paralela al eje longitudinal del momento de fuerza resultante de una distribución de tensiones sobre una sección transversal del prisma mecánico.
- **Flexión.-** La sollicitación mecánica a un momento perpendicular al eje longitudinal de un elemento de un mecanismo o de una estructura
- **Inercia.-** Es la propiedad que tienen los cuerpos de permanecer en su estado de reposo o movimiento, mientras no se aplique sobre ellos alguna fuerza, o la resistencia que opone la materia al modificar su estado de reposo o movimiento.
- **Muescas.-** Concavidad que hay o se hace en una cosa para que encaje en otra.

- **Fluencia.-** es la deformación irrecuperable de la probeta, a partir de la cual sólo se recuperará parte de su deformación, la correspondiente deformación elástica, quedando una deformación irreversible, que se puede llegar a producir en el ensayo de tracción
- **Chaveta.-** es una pieza de sección rectangular o cuadrada que se inserta entre dos elementos que deben ser solidarios entre sí para evitar que se produzcan deslizamientos de una pieza sobre la otra.
- **Compresión.-** Esfuerzo que aparece cuando una fuerza trata de comprimir un cuerpo.
- **Bancada.-** Plataforma firme para una máquina o conjunto de ellas.
- **Travesaño.-** Pieza de madera o hierro que atraviesa de una parte a otra.
- **Axial.-** Se refiere al plano que divide las secciones superior e inferior del cuerpo o elemento.
- **Empotrado.-** Fijar una cosa o elemento al piso o pared.
- **Empernado.-** Unido a través de pernos.
- **Grado SAE 8.-** Norma técnica y química para la fabricación de pernos.
- **Norma EN 81.-** Normas de seguridad para la construcción e instalación de los ascensores.
- **Minicargas.-** elevador de dimensiones pequeñas, que sirve para el transporte de cargas pequeñas, es usado en oficinas, restaurantes, hogar, etc.
- **Jaula de ardilla.-** es la parte que rota usada comúnmente en un motor de inducción de corriente alterna. Un motor eléctrico con un rotor de jaula de ardilla también se llama "motor de jaula de ardilla".
- **Intensidad.-** El grado de fuerza con que se manifiesta un fenómeno (un agente natural, una magnitud física, una cualidad, una expresión, etc.)
- **Contactador .-** es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando
- **Relé.-** o **relevador** es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico
- **Driver.-** o controlador, es un programa que controla un dispositivo. Cada dispositivo, ya sea por ejemplo una impresora, un teclado, etc., debe tener un programa controlador.

- **Zelio.-** es un micro relé de la familia de Telemecanique. A este se lo puede programar para múltiples funciones de automatismos. Se le puede programar a través de las teclas que podemos ver en el frente, opción que se usa mucho para la programación de mantenimiento.
- **Sensor retro reflectivo.-** significa que el sensor tiene el emisor y receptor incorporado en una sola unidad. La luz emitida se refleja en un reflector al otro lado del área a inspeccionar que refleja la luz de regreso al receptor.
- **Polarizado.-** Suministrar una tensión fija a una parte de un aparato electrónico.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ELEVADORES

Un elevador o ascensor es un sistema de transporte vertical diseñado para movilizar personas o bienes entre diferentes niveles. Puede ser utilizado ya sea para ascender o descender en un edificio, una construcción u oficina.

Se conforma con partes mecánicas, eléctricas y electrónicas que funcionan conjuntamente para lograr un medio seguro de movilidad.

Hay una extensa gama de aplicaciones, tanto en la casa como en la oficina. En la casa para la transportación de alimentos y utensilios de manera higiénica, rápida y confiable a los pisos donde la familia descansa.

En la oficina, entre los diferentes pisos transportando la papelería, libros y objetos de valor. En este caso el elevador será utilizado para el transporte de libros y documentos para la biblioteca del Campus el Girón de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.

1.2 ELEMENTOS PRINCIPALES DE UN ELEVADOR

En la figura 1.1 se muestra los componentes más importantes de un elevador típico para desplazamiento vertical.

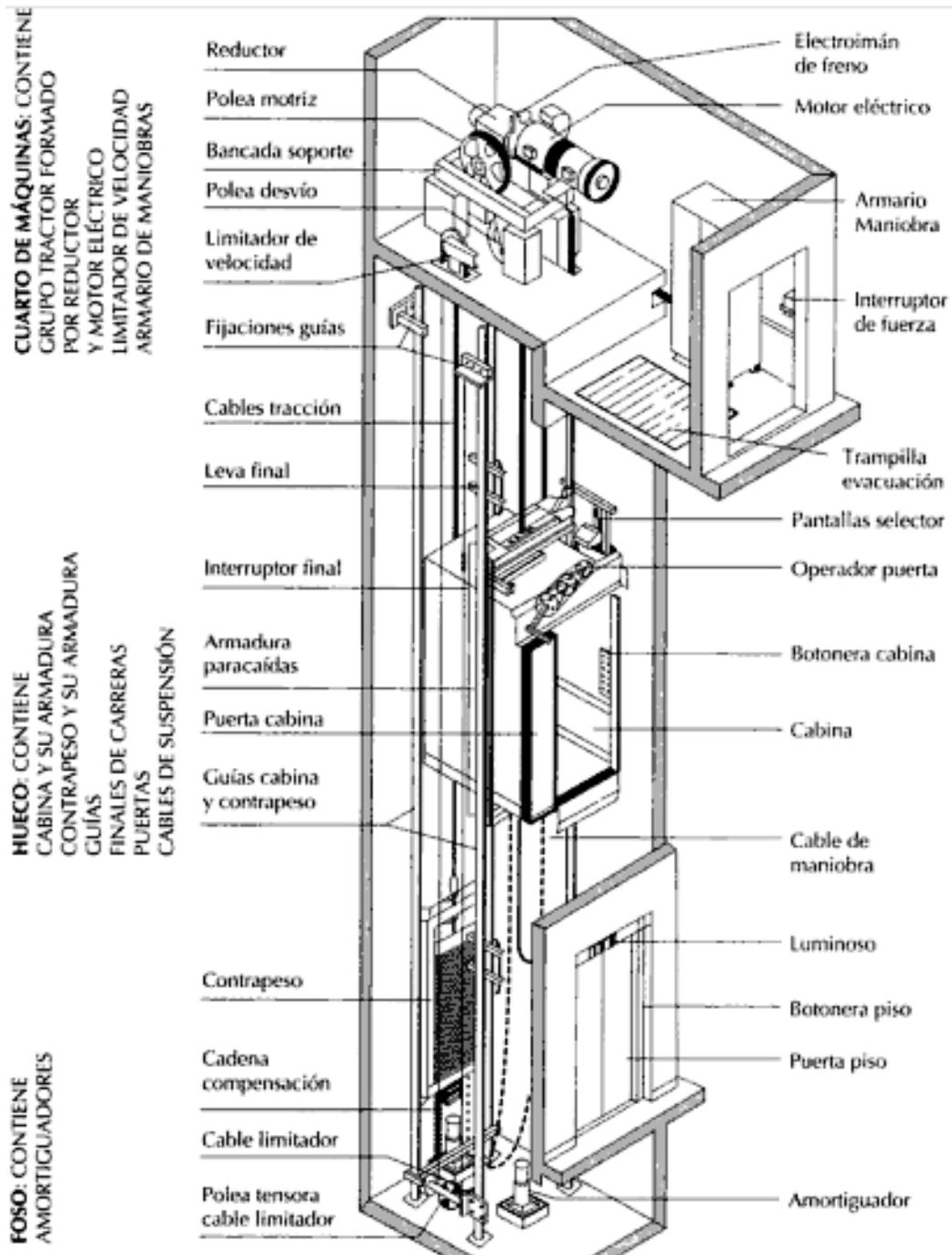


Figura 1.1 Componentes de un elevador típico.

Fuente: A Miravete, Emilio Larrodé, Elevadores: principios e innovaciones

1.2.1 POZO

Es un ducto vertical construido en obra civil o estructura metálica en cuyo interior se encuentran los elementos mecánicos y eléctricos que permite el deslizamiento de la cabina. El ducto debe tener una sobre medida superior e inferior respecto del recorrido de la misma.

El pozo está destinado solamente al desplazamiento del elevador, sin que pueda ser utilizado para ninguna instalación ajena a la del propio elevador, por ejemplo, conductos eléctricos, tuberías de agua, etc.

Las paredes del pozo deberán ser de materiales que no originen polvo y tener la suficiente resistencia para soportar las reacciones de las guías ancladas a ellas, así como el desequilibrio de las cargas de la cabina.

1.2.2 CABINA

La cabina es el elemento portante del ascensor y está formado por la cabina propiamente dicha y su chasis (o bastidor).

Las partes principales de la cabina son:

- a) **La caja o cabina** propiamente dicha, está fijada sobre el chasis. La cabina debe estar totalmente cerrada por paredes, piso y techo de superficie continua o llena, salvo la abertura. Las paredes, piso y techo deben estar constituidos por materiales preferiblemente metálicos o por otros de resistencia equivalente que sean incombustibles, y conservar su resistencia mecánica en caso de incendio sin producir humos ni gases.
- b) **El chasis** de acero es el elemento resistente al que se fijan los cables de tracción y el mecanismo de paracaídas. Este chasis debe ser robusto para resistir las cargas normales y las que puedan producirse al entrar en funcionamiento el paracaídas y frenar bruscamente la cabina. Las uniones de las partes se

efectuarán por remachado o pernos múltiples con arandelas de seguridad o pasadores.

1.2.2.1 CONSIDERACIONES PARA LA CABINA

La Norma Europea 95/16/CE señala que la cabina deberá estar diseñada y fabricada de forma que su espacio y resistencia correspondan a la carga del número máximo de personas y a la carga nominal del elevador fijada por el instalador.

Cuando el elevador se destine al transporte de personas y/o documentos y sus dimensiones lo permitan, la cabina debe estar diseñada y fabricada de forma que, por sus características estructurales, no dificulte o impida el acceso, y permita toda adaptación destinada a facilitar su utilización.

1.2.3 CONTRAPESO

El contrapeso (Figura. 1.2) tiene como objeto equilibrar el peso de la cabina y de una parte de la carga nominal, que suele ser del 50 %. De esta forma, se reduce considerablemente el peso que debe arrastrar el grupo tractor, disminuyendo así la potencia necesaria para elevar la cabina.

Este esquema es válido cuando la altura del edificio no es muy alta, es decir, cuando el recorrido del elevador no es superior a 35 metros, y por lo tanto el peso del cable es despreciable y no se dispone de cadena de compensación.

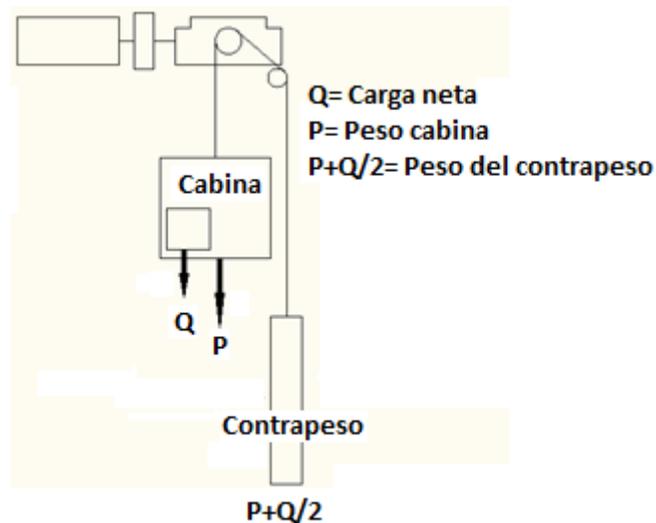


Figura 1.2 Esquema de distribución de pesos.

Fuente: Los Autores

1.2.4 SISTEMA DE AMORTIGUACIÓN

Los elevadores deben estar provistos de amortiguadores (figura 1.3), para detener la cabina o el contrapeso en caso necesario. Se sitúan generalmente en el foso al final del recorrido de la cabina o del contrapeso, aunque también pueden montarse en la parte inferior del bastidor de éstos. En este caso, según la Norma EN 81-1, deben golpear en el foso sobre un pedestal de 0.5 m de altura para que quede espacio de protección que resguardarse al personal de mantenimiento que esté eventualmente trabajando en el foso.

Los amortiguadores pueden ser elásticos (de caucho), de resorte (o muelle) o hidráulicos en lo que a su estructura se refiere. La Norma EN 81-1 distingue 3 clases de amortiguadores atendiendo a otras prestaciones:

- a) Amortiguadores de **acumulación de energía (elástico)**, que no pueden emplearse más que para ascensores de velocidad nominal no superior a 0.63 m/s.

- b) Amortiguadores de **acumulación de energía con amortiguación del movimiento de retorno (de resorte)**, para ascensores de velocidad no superior a 1 m/s.
- c) Amortiguadores de **disipación de energía (hidráulico)**, que pueden ser empleados en ascensores de cualquier velocidad.

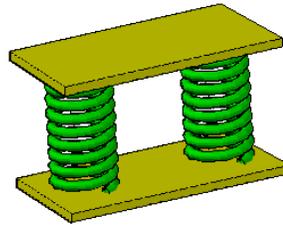


Figura 1.3 Amortiguadores de muelle con sistema de retención

Fuente: Los Autores

1.2.5 GUÍAS

Las guías conducen la cabina en su trayectoria y le sirven de apoyo en caso de rotura de los cables, por lo que deben tener una resistencia de acuerdo con el peso total de la cabina más carga neta y estar perfectamente aplomadas.

También el contrapeso tiene guías, que en general no tienen más misión que conducirlo, aunque en algunos casos deben también soportarlo en caso de rotura del sistema de cables, para este caso, las guías cumplen la única función de conducir la cabina y el contrapeso.

1.2.5.1 GUÍAS DE CABINA

El desplazamiento de la cabina se asegura por medio de guías rígidas, preferiblemente en forma de T, y perfectamente calibradas y alineadas guías de los elevadores deben tener la suficiente resistencia mecánica para soportar sin romperse ni sufrir deformaciones permanentes, dos clases de esfuerzo:

- El empuje horizontal debido a posibles excentricidades de la carga.
- El esfuerzo de frenado que puede transmitir la cabina a las guías al ser detenida brusca o progresivamente.

1.2.5.2 GUÍAS DE CONTRAPESO

Las guías de contrapeso se construyen también en perfiles T, similares a los utilizados en las de cabina o en ocasiones con cables de alambón.

En el caso de que se instale paracaídas en el contrapeso, por encontrarse el recinto en la vertical de lugares accesibles a personas, deberán calcularse las guías del contrapeso para que resistan con un coeficiente de seguridad alto. Lo normal, en estos casos, es instalar guías iguales a las de la cabina.

1.2.5.3 TIPOS DE PERFILES DE LAS GUÍAS

- Perfiles T (figura 1.4): estos perfiles son los más empleados tanto para las guías de cabina como de contrapeso, puesto que estos perfiles disponen de una buena resistencia a la flexión, aparte de mayor superficie de contacto (las dos caras de cada guía). Su inconveniente es el precio, ya que al estar perfectamente calibradas y enderezadas, los costes de fabricación son un tanto más altos.
- Perfiles V (figura 1.4): estos perfiles no se emplean mucho en la actualidad a pesar de tener un buen comportamiento mecánico, ya que al disponer de caras inclinadas, los mismos no resulta estables.
- Perfiles de sección circular: el uso de estos perfiles no es recomendable, puesto que el agarre las guías tiene muy poca superficie de contacto. No obstante, el coste de estos perfiles es bajo y la instalación es más sencilla.

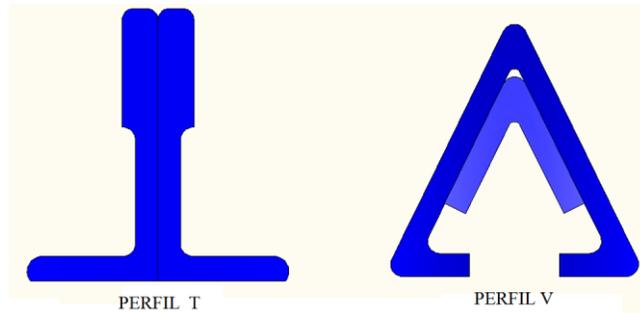


Figura 1.4 Perfiles T y Perfiles V

Fuente: Los Autores

Por razón de costo y debido a la baja carga y poco recorrido, se utilizará perfiles de acero laminado en caliente de producción local.

1.2.6 SISTEMA DE FRENOS

1.2.6.1 FRENO MECÁNICO

El sistema de frenada del ascensor debe ponerse en funcionamiento automáticamente en caso de una pérdida de energía eléctrica en los circuitos de control. Este sistema se lleva a cabo mediante un freno de fricción electromecánico (figura 1.5). De acuerdo con la Norma 81-1, el par de frenada debe ser capaz de frenar de forma segura el ascensor con una carga equivalente al 125% de la carga nominal y de bloquearlo después de la parada.

En el mismo eje sinfín del reductor va generalmente montado el tambor del freno, que muchas veces actúa también como mangón de acoplamiento con el motor. En cualquier caso el tambor sobre el que actúa el freno electromagnético debe estar acoplado por un enlace mecánico a la polea, piñón o tambor de arrollamiento que haga la tracción.

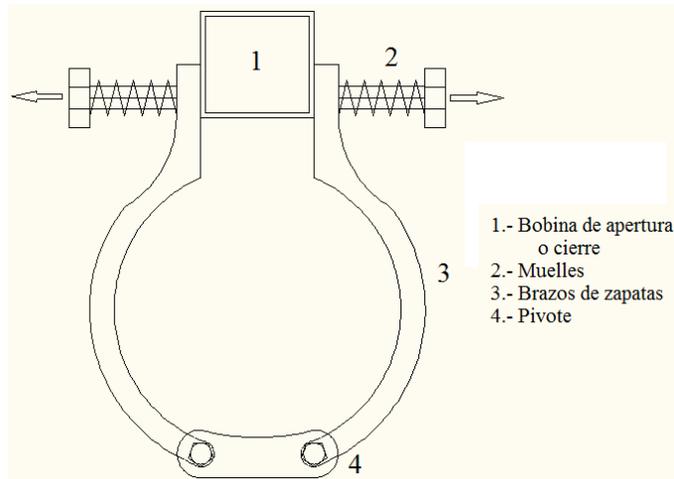


Figura 1.5 Freno electromagnético de un equipo de tracción.

Fuente: Los Autores

1.2.6.2 FRENO ELÉCTRICO

El freno eléctrico (Fig. 1.6) forma un solo bloque con el motor. Consta también de un programador con los valores nominales de frenado y una dínamo taco métrico colocado en el eje del grupo tractor que suministra una tensión proporcional a la velocidad de éste.

De esta forma, la tensión es transmitida a un comparador que produce una tensión amplificada que se aplica al electrodo de mando o puerta de los tiristores que producen la corriente continua que, actuando sobre el freno de Foucault, va produciendo el frenado justo para la parada suave y a nivel.

Al iniciarse el frenado se desconecta el motor de la red y con la tensión remanente se va produciendo el frenado eléctrico de la cabina hasta su inmovilización a nivel de piso. El freno mecánico sólo actúa para inmovilizar el ascensor una vez que se ha detenido totalmente la cabina

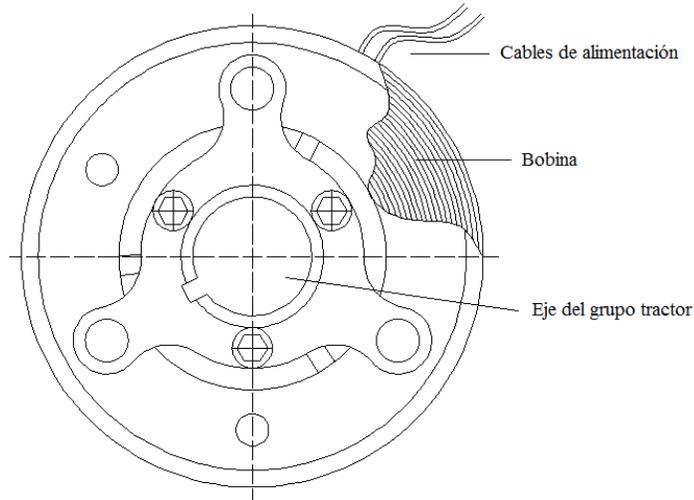


Figura 1.6 Freno eléctrico para un elevador.

Fuente: Los Autores

1.2.6.3 FRENO DE EMERGENCIA

En el extremo libre del motor se puede acoplar un volante sin manivela ni agujeros para accionar manualmente el motor, separando previamente las zapatas de freno manualmente por medio de la palanca adecuada. Así, en caso de avería o corte de suministro eléctrico, puede ponerse el suelo de la cabina al nivel del piso más próximo para facilitar el manejo del usuario. Como norma de seguridad, antes de realizar un accionamiento de emergencia debe desconectarse el interruptor principal para aislar el motor de la red.

En la figura 1.7 se presenta un esquema del freno de emergencia.



Figura 1.7 Freno de emergencia de dos palancas

Fuente: Los Autores

1.3 GRUPO DE TRACCIÓN

1.3.1 MOTOR

La construcción y características de los grupos tractores y, sobre todo, de los motores con que van equipados, varía según sea la velocidad nominal del elevador y el servicio que deben prestar. Se puede establecer la siguiente clasificación:

- a) Motores de corriente alterna
 - Asíncronos:
 - Motores de 1 velocidad
 - Motores de 2 velocidades
 - Motores con convertidor de frecuencia
 - Síncronos
 - Motores gearless (sin reductor)
- b) Motores de corriente continua con convertidor continua-alterna (no se usan)

Los motores de corriente continua han sido reemplazados en las nuevas instalaciones por los de corriente alterna.

1.3.1.1 MOTORES DE UNA VELOCIDAD

Los grupos tractores con motores de 1 velocidad sólo se utilizan para elevadores de velocidades hasta 0.63 m/s. La curva par/velocidad de un motor de estas características apenas deja margen de variación para la velocidad.

El nivel de confort es bajo, por lo que suelen usarse en elevadores industriales de gran carga pero de velocidad reducida (0.2-0.3 m/s) y en elevadores de viviendas de 4 personas, de tipo económico en las que el constructor ha buscado la solución más sencilla y de menor coste de fabricación. Los más empleados son los siguientes:

- a) Con el eje de la polea de adherencia en voladizo. En este caso el grupo tractor debe estar provisto de un dispositivo que impida la salida de los cables.
- b) Con el rotor del motor montado en el mismo eje del sinfín y el motor acoplado al cárter del reductor por medio de bridas.
- c) Con motor de eje vertical.
- d) Con un motor especial montado en posición vertical u horizontal, y cuyo estator está en el centro del motor y el rotor lo rodea exteriormente. El rotor está montado sobre el eje del sinfín y unido a él por una chaveta. El cilindro que rodea y protege el rotor, sustituye el tambor de freno sobre el que actúan las zapatas.

1.3.1.2 MOTORES DE DOS VELOCIDADES

El sistema es sencillo por lo que se usa más en la actualidad que el de 1 velocidad, ya que por medio de la velocidad de nivelación se consigue un frenado con el mínimo error. El confort aumenta también respecto al de una velocidad.

Este sistema se aplica en elevadores hasta 1 m/s y se suele implementar en elevadores de bajas cargas y montacargas de cargas elevadas.

En este caso, se equipan los grupos tractores con motores trifásicos de polos conmutables que funcionen a una velocidad rápida y a otra lenta según la conexión de los polos, obtenida automáticamente con un dispositivo que se introduce en el circuito de maniobra (realmente son 2 motores independientes incorporados en un mismo dispositivo). Por lo demás, los motores son de ejecución similar a los de 1 velocidad y se construyen, normalmente, para una velocidad alta de 1500 rpm y una velocidad baja de 375 rpm (16 polos).

1.3.1.3 MOTORES CON CONVERTIDOR DE FRECUENCIA

En un motor de un elevador es de gran utilidad disponer de accionamientos capaces de trabajar en un amplio rango de velocidades. Una de las más relevantes innovaciones, consiste en incorporar un variador o convertidor de frecuencia en el motor.

Se utilizan con reductores para velocidades hasta 2.5 m/s y cargas máximas de 2500 kg. La parada se realiza en este caso a nivel de piso, sin micro nivelación, con lo que se reduce el tiempo de marcha y aumenta la capacidad en lo que se refiere al tráfico. Se pueden obtener velocidades hasta 5 m/s y cargas de 2000 kg suprimiendo el reductor. En este caso se regula totalmente la aceleración, deceleración y velocidad, y la parada es directa a nivel de piso.

1.3.1.4 GEARLESS (SIN ENGRANAJES)

En este caso el motor eléctrico y la polea de tracción se montan sobre el mismo eje mediante un acoplamiento directo sin ningún sistema de engranaje, así pues la velocidad de rotación del motor y la polea es la misma. Mejora sustancialmente el rendimiento mecánico y el nivel de ruido, y se consiguen mayores velocidades (a partir de 2 m/s) y capacidad de carga (más de 1000 kg). También incorpora convertidor de frecuencia por

lo que el freno actúa de la misma manera que en éste, es decir, sólo asegura la inmovilización de la cabina una vez que ésta se ha detenido.

1.3.1.5 REDUCTOR

En primer lugar hay que señalar que, excepto los grupos tractores **Gearless**, el resto introduce un reductor entre el freno y la polea tractora. En la actualidad, prácticamente todos los reductores son del tipo sinfín-corona.

El reductor (figura 1.8) está formado por un sinfín de acero engranado con una corona de bronce, montados en una carcasa o cárter de fundición que muchas veces forma un conjunto con las guías sobre las que se asienta el motor.

En la actualidad, la mayoría de los ascensores incorporan el tipo de *transmisión de corona y tornillo sinfín*. Su justificación es motivada por las siguientes ventajas:

- a) Transmisión muy compacta en comparación con otros tipos para una potencia y un índice de transmisión dados.
- b) Es el tipo de transmisión que presenta el menor número de piezas móviles, minimizándose, por tanto, los gastos de mantenimiento y de recambio de piezas.
- c) Es muy silenciosa.
- d) Tiene una alta resistencia al impacto, algo de suma importancia en un ascensor.

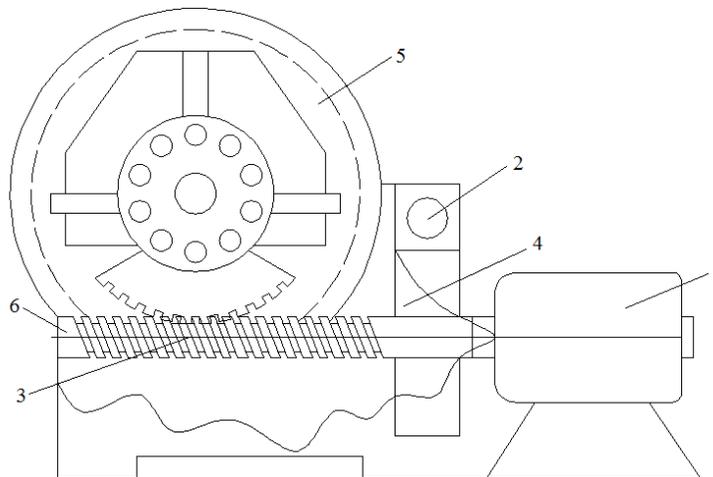


Figura 1.8 Transmisión típica de un elevador: 1) motor eléctrico de tracción 2) freno, 3) eje y tornillo sinfín, 4) corona, 5) polea de tracción, 6) apoyo del eje.

Fuente: Los Autores

1.3.2 POLEAS DE TRACCIÓN

La polea superior de los elevadores es siempre tractora, y por este motivo se debe diseñar de forma cuidadosa, para que además de soportar los esfuerzos que le transmite el cable, sea capaz de transmitir la tracción a éste por adherencia. Las poleas que arrastran los cables por adherencia tienen tres características:

- Diámetro
- Perfil de sus gargantas o canales
- Material con el que están construidas

El diámetro viene en parte determinado por la velocidad de desplazamiento que se fije en la cabina. Así, es normal que se utilice un mismo grupo tractor para la obtención de varias velocidades utilizando poleas de arrastre de diámetros adecuados. Sin embargo, este diámetro tiene un límite inferior, ya que la duración del cable es mayor cuanto mayor sea la relación entre el diámetro de la polea y el diámetro del cable.

El perfil de los canales de las poleas de arrastre tiene una influencia en la duración de los cables. Si la garganta de la polea es demasiado estrecha, el cable quedará enclavado en ella, y si es demasiado ancha, no encuentra el apoyo necesario y el cable se aplasta. En cualquiera de los dos casos anteriores se produce un desgaste anormal y prematuro del cable.

Existen diferentes perfiles de canales (figura 1.9), aunque los más utilizados son los trapecoidales y los semicirculares. De todos ellos, el más usado en las poleas de tracción de los ascensores es el semicircular con entalla o ranura ya que mejora la adherencia del perfil semicircular normal, y evita el rozamiento y deformación del fondo del canal o garganta.

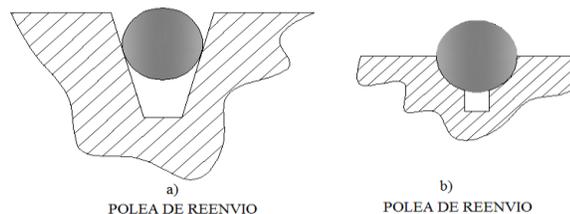


Figura 1.9 a) Perfil trapecoidal, b) semiesférico sin entalla

Fuente: Los Autores

El material empleado en la fabricación de las poleas de tracción de los ascensores es la fundición de hierro gris, de resistencia suficiente para soportar la presión específica del cable sobre la garganta, sin que se produzca un desgaste anormal.

1.3.3 POLEA DE REENVÍO

Como se ha comentado con anterioridad, la polea de tracción debe ser capaz de accionar la cabina y el contrapeso sin deslizamientos. Para ello, los cables han de tener contacto

con la polea de tracción en un arco superior al mínimo necesario. Con el grupo tractor en la parte superior del recinto, el ángulo máximo del arco de contacto será 180° si el diámetro de la polea de tracción es igual a la distancia entre el amarre de los cables en el chasis de la cabina y el amarre del contrapeso. Si esta distancia, como ocurre generalmente, es mayor, es necesario instalar una polea de reenvío para situar los cables de suspensión de la cabina y contrapeso sobre sus centros de masa. En la figura 1.10 se muestra un esquema.

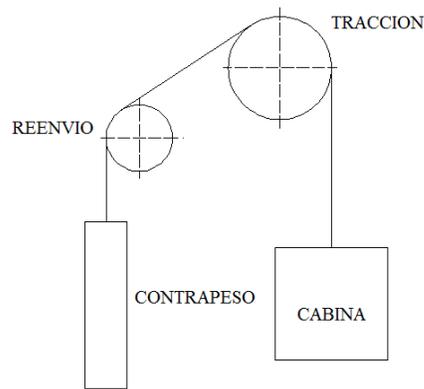


Figura 1.10 Poleas de Tracción y Reenvío.

Fuente: Los Autores

Si esta polea se coloca al mismo nivel que la de tracción, el ángulo del arco de contacto de los cables con la polea de tracción se reduciría a 90° , insuficiente en muchos casos para evitar el deslizamiento. Por eso se colocan poleas de desvío a una altura inferior, con lo cual se consiguen ángulos de contacto superiores.

A continuación en la figura 1.11 se presentan los gráficos de varios grupos tractores:

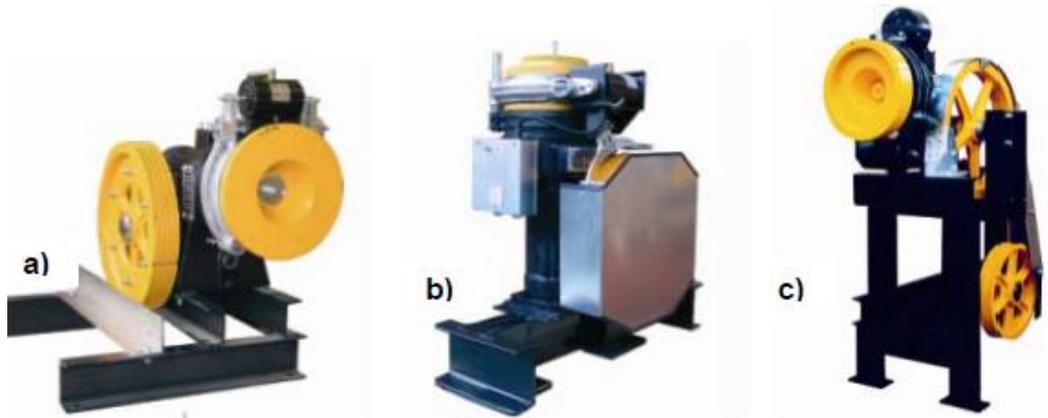


Figura 1.11 a) Grupo tractor general, b) Máquina vertical, c) con polea de desvío.

Fuente: <http://www.melco.es/grupo-tractor.html>, Octubre 2011

1.3.4 SISTEMA DE ELEVACIÓN

1.3.4.1 SUSPENSIÓN

La suspensión, es la disposición del conjunto compuesto por los cables de tracción y las poleas tanto de tracción como de reenvío. Por esto, existen diferentes tipos de suspensión, en el que la disposición de los mismos depende de las condiciones locales, particularmente de la localización de la máquina, la carga nominal y la velocidad nominal.

En el siguiente ejemplo la máquina de tracción se ubica en la parte superior del pozo y la suspensión empleada es la 1:1 como se muestra en la figura 1.12, con un factor de 1 para el cable, por el hecho de que las tensiones en los cables son menores en un factor de n veces, mientras que la velocidad periférica de la polea tractora es n veces menor, este sistema de suspensión se diferencia del sistema de suspensión simple 2:1, como se muestra en la figura 1.13

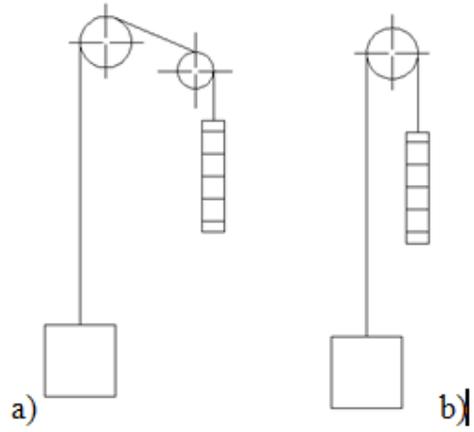


Figura 1.12 Tipo de suspensión 1:1 a) con polea de reenvío, b) sin polea de reenvío

Fuente: Los Autores

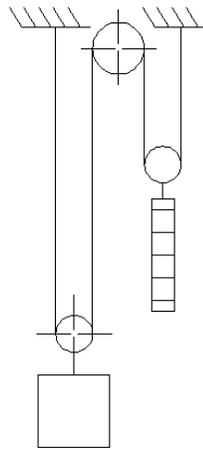


Figura 1.13 Tipo de suspensión 2:1

Fuente: Los Autores

1.3.4.2 CABLES

Las cabinas y contrapesos están suspendidos en la práctica por cables de acero. Se sugiere que el número de cables independientes sea por los menos dos, con sus respectivos sistemas de enganche.

Un cable metálico (figura 1.14) es un elemento constituido por alambres agrupados formando cordones, que a su vez se enrollan sobre un alma formando un conjunto apto para resistir esfuerzos de tensión. Los elementos componentes del cable son:

- **ALAMBRES:** generalmente de acero trefilado al horno.
- **ALMAS:** son los núcleos en torno a los cuales se enrollan los alambres y los cordones. Hechos de acero o yute.
- **CORDONES:** son las estructuras más simples que podemos construir con alambres y almas. Se forman trenzando los alambres.

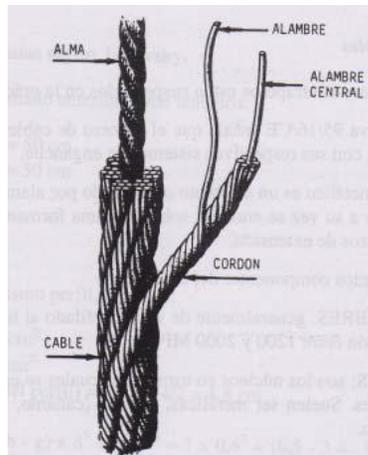


Figura 1.14 Constitución de un cable (cordones)

Fuente: http://www.depaginass.com.ar/fotosde_Cables_de_acero, Octubre 2011

1.3.4.3 NOTACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE CABLES

La designación de un cable se expresa en la práctica de forma abreviada, mediante una notación compuesta por tres signos, cuya forma genérica es: A x B + C siendo:

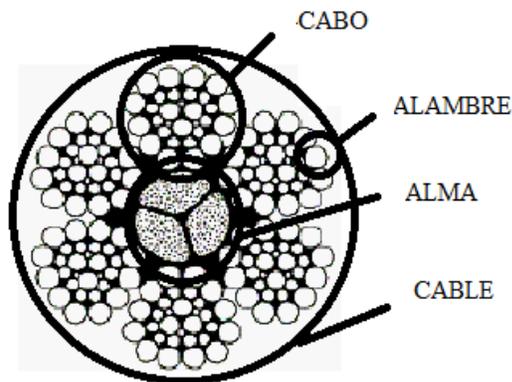
- A el número de cordones;
- B el número de alambres de cada cordón y
- C el número de almas textiles.

Cuando el alma del cable no es textil o sea formada por alambres, se sustituye la última cifra C, por una notación entre paréntesis que indica la composición de dicha alma. Si los cordones o ramales del cable son otros cables, se sustituye la segunda cifra B por una notación entre paréntesis que indica la composición.

n° cordones por cable x n° de alambres de los cordones + n° de almas del cable

Ejemplo:

Un cable constituido por 6 cordones de 25 alambres cada cordón, dispuestos alrededor de un alma compuesta por un cordón metálico formado por 7 cordones que contienen 7 hilos cada uno, se representaría como se muestra en la figura 1.15:



6 x 25 + (7x7 + 0) Relleno

Figura 1.15 Constitución de un cable (estructura)

Fuente: <http://www.miningcorp.com/servicios.htm>, Octubre 2011

1.3.4.4 CABLES PARA ELEVADORES Y MONTACARGAS

En un elevador o montacargas se utilizan los cables para tres aplicaciones distintas:

- Cables/cadenas de compensación
- Cables de tracción (o suspensión)
- Cables del limitador de velocidad

1.3.4.5 CABLE DE COMPENSACIÓN

Es obligatorio en ascensores para edificios de gran altura (10 plantas) en los que hay que tener en cuenta el peso de los cables; se hace necesario implementar un cable que compense el peso de los cables no incluido en el estudio del contrapeso. A veces, en edificios a partir de 10 plantas y velocidades hasta 1 m/s, se incluye una cadena (Figura 1,16), que su función simplemente es equilibrar el peso no contemplado en los cables.

1.3.4.6 CABLES DE TRACCIÓN

Para los **cables de tracción** (fig. 1.16) la configuración Seale es la más utilizada ya que los alambres más exteriores son muy gruesos con gran resistencia a la rotura por abrasión y además es muy fácil de utilizar ya que sólo se necesitan tres tipos de alambres. En aquellos casos en los que se considere más importante la fatiga que la abrasión se usará la configuración Warrington que posee más alambres y de menor grosor.

La tracción de los cables puede realizarse por 2 procedimientos:

- Por **adherencia** de los cables en la garganta de la polea de arrastre del grupo tractor. Es la que se usa en realidad, ya que se consigue mayor seguridad para el

caso de que fallen los finales de carrera, permite la instalación de ascensores a cualquier altura, y ésta es más sencilla y económica.

- Por **fricción** de los cables dándole dos vueltas en la polea motriz. Sólo en este caso se usaría el perfil de garganta semiesférico sin entalla.

1.3.4.7 CABLE LIMITADOR DE VELOCIDAD

El cable que accione el limitador de velocidad debe ser muy flexible protegido contra la oxidación y con un diámetro mínimo de 6 mm.

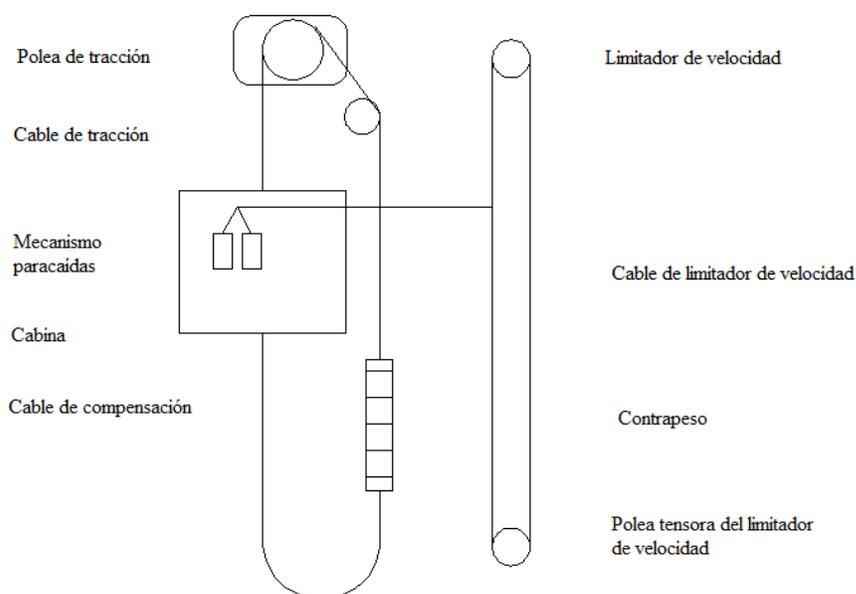


Figura 1.16 Cables que se pueden encontrar en un elevador

Fuente: Los Autores

1.3.5 SALA DE MÁQUINAS

Es el lugar en donde se rigen y administran todas las funciones del elevador. La sala de máquinas de cualquier tipo de elevador es como el corazón del elevador, y si algo de esa sala falla o se rompe va a influir directamente en el funcionamiento del elevador.

Recinto delimitado por paredes, techo, suelo y puerta. Se encuentra ubicado sobre el pozo, debe ser construido con materiales incombustibles en caso de incendio.

1.3.6 TABLERO DE CONTROL

El tablero de control o cuadro de maniobra está formado por un armario metálico (Figura 1.17), que está apoyado sobre el suelo y está ubicado dentro de la sala de máquinas.



Figura 1.17 Tablero de control o cuadro de maniobra

Fuente: <http://mantenimientoascenfroyca.blogspot.com/2011/05/caracteristicas-tablero-de-control.html>

Este tablero de control se compone de las siguientes partes:

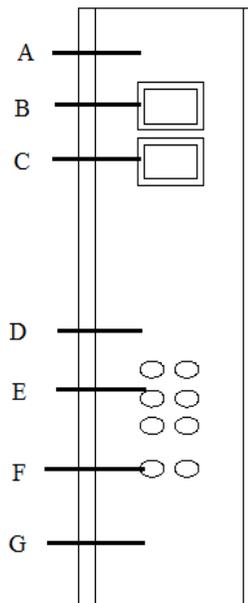
- **Transformador:** por medio de éste se reducen las tensiones de alimentación de los ascensores, de entre 220-400 V, para no someter con tensión directa de la red a los circuitos de maniobra.
- **Rectificador:** permite rectificar la corriente alterna a continua y trabajar así con ella para calentar menos las bobinas y disminuir el magnetismo remanente, lo cual evitará que la cabina tenga que ser detenida por medio del interruptor fin de carrera.
- **Relés:** se utilizan para abrir o cerrar circuitos a distancia. Están fabricados de cobre sinterizado con una aleación de plata para evitar su oxidación tras el paso de la corriente continua.
- **Relés temporizados:** estos relés proporcionan las prioridades y esperas reglamentarias, ya que al estar activado unos segundos después de cesar la corriente de maniobra, da al usuario tiempo suficiente para llamar antes de que lo haga otro usuario por medio de un pulsador de piso.
- **Diodos:** permiten el paso de la corriente en un sentido y la bloquean en sentido contrario. También sirven para rectificar la corriente alterna, puesto que el rectificador se compone de diodos.
- **Interruptores y conmutadores:** van intercalados en el circuito de alimentación de la maniobra y su misión es cortar el circuito cuando se produce un fallo en el circuito. Éstos interruptores pueden ser mecánicos, magnéticos de pantalla y magnéticos de imán.
- **Pulsadores:** tiene como misión transmitir órdenes con eficacia para que pulsación tras pulsación, se siga transmitiendo al sistema operativo las indicaciones del usuario.

- **Sistema de control de movimiento:** este sistema se encarga de cómo aplicar la potencia del motor al elevador para controlar su puesta en marcha, su aceleración, su velocidad de cruce, su deceleración, su nivelación con el piso, control de apertura de las puertas y frenada.

1.3.7 SEÑALIZACIÓN Y CONTROL

1.3.7.1 PANEL DE MANDO INTERIOR

En la Figura 1.18 se pueden observar las diversas partes de las que consta el panel de mando de interior de cabina.



A.-Frontal, B.-Posicional y direccional de la cabina, C.- Placa de datos, D.- Placa de botón, E.- Botones, F.-Botones auxiliares, G.- Iluminación.

Figura 1.18 Panel de mando en el interior de la cabina del ascensor.

Fuente: Los Autores

- a) Frontal: es una placa en donde se encuentran ubicados todos los elementos del panel de mando interior.
- b) Posicional y direccional de cabina: figuran en el piso en el que se encuentra el elevador en todo momento y la dirección si es de subida o bajada. La pantalla está fabricada en LCD para permitir así ser fácilmente visible desde todos los ángulos. Una señal sonora regulable indica la llegada a planta de la cabina, sonando una vez si ésta sube, y dos si baja.
- c) Placa de datos: (Figura 1.19), integrada con el posicional y direccional de cabina, muestra la capacidad de carga del ascensor y pictogramas de llamada de emergencia y alarma (en amarillo y verde) que muestran cuándo se ha realizado la llamada de alarma y cuándo se ha establecido la comunicación, respectivamente.



Figura 1.19 Placa de datos

Fuente: A Miravete, Emilio Larrodé , Elevadores: principios e innovaciones

- d) Botones: (Figura 1.20) fabricados en acero inoxidable o satinado, se ilumina un anillo rojo y suena una señal sonora para indicar que el botón de planta está activado. El botón de planta principal está identificado con un anillo verde y sobresale 5 mm.
- e) Botones auxiliares: los botones de apertura de puertas y alarma están situados bajo los botones de piso para situarlos a menor altura y facilitar así su pulsación en caso de emergencia (Figura 1.20).

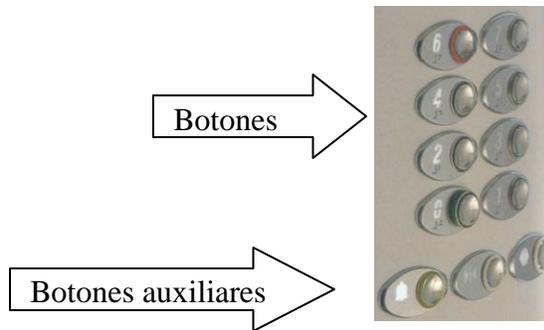


Figura 1.20 Botonera de niveles, alarma, parada de emergencia

Fuente: A Miravete, Emilio Larrodé , Elevadores: principios e innovaciones

- f) Iluminación: consiste en dos tubos fluorescentes que emiten una luz suave y difuminada por toda la cabina con difusores plásticos translúcidos, que junto con la iluminación de techo aumenta la luminosidad y la sensación de amplitud dentro de la cabina.

1.3.8 PANEL DE MANDO EXTERIOR

Estos componentes están diseñados para ser claramente visibles por parte de todo tipo de usuarios, y están integrados en una caja que no requiere nicho y que facilita la instalación. En la Figura 1.21 se puede ver un esquema de dichos componentes en la puerta de piso de un elevador:

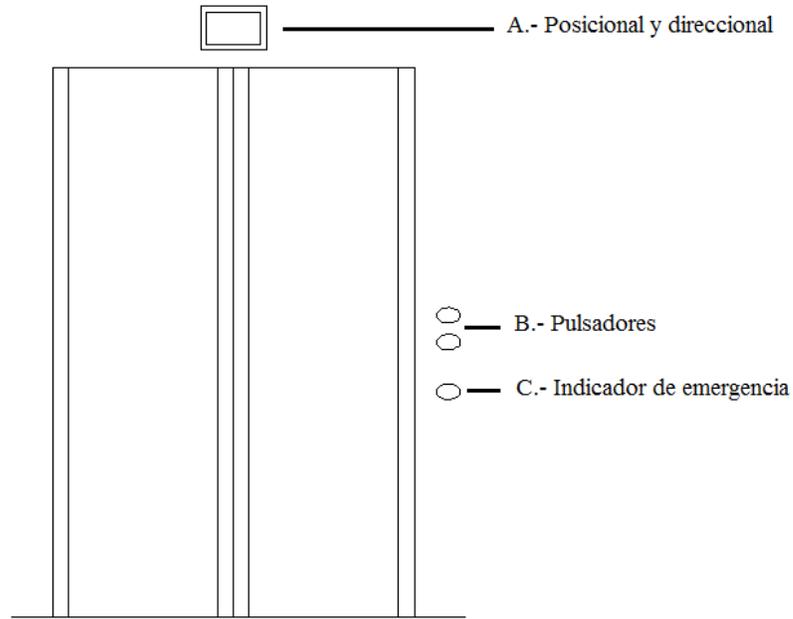


Figura 1.21 Posicionales, direccionales y pulsadores

Fuente: Los Autoress

a).- Posicional y direccional combinados (Figura 1.22): colocados sobre la parte superior de la puerta, emplea una sofisticada tecnología LCD con pantalla de cristal líquido de alta resolución para poder observarse desde varios ángulos.

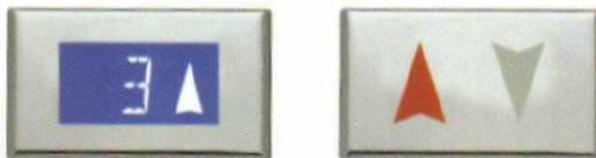


Figura 1.22 Posicional y direccional

Fuente: A Miravete, Emilio Larrodé , Elevadores: principios e innovaciones

b).- Pulsadores (Figura 1.23): se ilumina un anillo de color rojo una vez son pulsados por los usuarios. Presentan acabados en acero inoxidable brillante.



Figura 1.23 Pulsadores

Fuente: A Miravete, Emilio Larrodé , Elevadores: principios e innovaciones

c).- **Indicadores de emergencia** (Figura 1.24): sólo se emplean para instalaciones especiales que requieren un mantenimiento más complejo, como ascensores de hospitales, hoteles, etc.



Figura 1.24 Indicadores de emergencia

Fuente: A Miravete, Emilio Larrodé , Elevadores: principios e innovaciones

Los equipos mini cargas solo constan de botoneras exteriores.

1.3.9 PUERTAS DE CABINA

Constituyen el medio de acceso a la cabina y están ligadas mecánicamente a ella. En la mayoría de los casos son de funcionamiento automático gobernado por el

funcionamiento del elevador. La hoja u hojas de la apertura se deslizan horizontalmente o verticalmente accionadas por un motor y guiadas en sus extremos superior e inferior.

Los elevadores en función de su tamaño y su uso pueden incorporar distintos tipos de puertas. Puertas manuales, semiautomáticas o automáticas.

1.3.9.1 PUERTAS MANUALES

Abaratan bastante tanto el costo del elevador como de la instalación del mismo y su posterior mantenimiento, son puertas incómodas aunque en muchos casos transmiten más seguridad a los usuarios, pues las encuentran más sencillas de abrir y sienten un control sobre las mismas que les propicia más tranquilidad.

Aplicaciones:

- En hospitales.
- **En la industria:**
 - Puertas corredizas con dimensiones no tradicionales.
 - Puertas corredizas automáticas de materiales no tradicionales.
- Puertas manuales con auto-cierre

1.3.9.2 PUERTAS SEMIAUTOMÁTICAS

Son aquellas que se activan mediante la pulsación de un botón, es la opción que se instala con menos frecuencia.

1.3.9.3 PUERTAS AUTOMÁTICAS

Son las más demandadas, se acostumbra verlas en grandes elevadores de centros comerciales y hospitales, aunque ya se instalan también de forma habitual en viviendas, se abren y cierran de forma autónoma mediante sensores de movimiento.

APLICACIONES:

Ofrecen soluciones para el hogar, industria o comercio.

- Residenciales
- Puertas automatizadas abatibles, plegadizas, corredizas y ascendentes en varios estilos y finos acabados.
- En la industria.
- Sistemas de acceso para personas y vehículos.
- Sistemas Comerciales
- Acceso de cortina, abatibles, corredizas y barreras para acceso de vehículos con equipo de la mejor calidad y funcionalidad

1.3.9.4 PUERTAS GUILLOTINA

La puerta Guillotina es un cerramiento formado por uno o varios paneles rígidos fabricados en chapa galvanizada

Estos paneles llevan en sus laterales unos sistemas de poleas con rodamientos que introducidos en las guías laterales que se fijan en obra a modo de marco, permite su deslizamiento en sentido vertical.

APLICACIONES:

- Servicio Industrial
- Sistemas residenciales.

CAPITULO II

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Para la evaluación de las alternativas se recurre al análisis de los siguientes factores:

- a) Facilidad de construcción y montaje.
- b) Facilidad de mantenimiento
- c) Seguridad.
- d) Costo.

2.1.1 FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

Para evaluar este parámetro, se tomará en cuenta el número de elementos que intervienen en su construcción y en su montaje, teniendo en consideración la facilidad que brinda el mercado tanto en tecnología de construcción como en suministro de insumos y materiales.

2.1.2 FACILIDAD DE MANTENIMIENTO

Este parámetro indica la facilidad que brinda cada elemento del equipo, para dar un mantenimiento apropiado que permita un funcionamiento adecuado y un mayor tiempo de vida útil.

2.1.3 SEGURIDAD

Determina la disminución de riesgo en el uso del equipo que presentan todos los elementos en conjunto cuando este se encuentra operando, dando mayor confianza al usuario.

2.1.4 COSTO DE FABRICACIÓN

El costo es un parámetro muy importante para la selección de una alternativa, puesto que el equipo se debe construir con los mejores materiales e insumos, pero con el menor costo posible, para que el proyecto sea económico.

2.2 VALORACIÓN NUMÉRICA

Se asigna una valoración numérica a cada factor objeto de evaluación:

- Fácil, Alta, Bajo costo 3
- Medio, Mediano, Módico 2
- Difícil, Bajo, Alto costo 1

2.3 FACTOR DE PONDERACIÓN

Se asigna a cada uno de los parámetros que están siendo evaluados tomando en cuenta la importancia que tiene cada uno dentro del equipo. Para el caso de las dos alternativas en estudio se ha asignado los siguientes valores:

- Seguridad: 4
- Facilidad de construcción y costo de fabricación: 3
- Mantenimiento: 2

La alternativa a seleccionar debe ser la que reúna el puntaje más alto, luego de que se evalúen todos los factores mencionados. Se toma el valor de 3 como ideal.

Se van analizar los siguientes sistemas:

- Sistema de izaje.
- Sistema de puertas.

2.4 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE IZAJE

2.4.1 ALTERNATIVA A: ELEVADOR CON RODILLO ENROLLADOR DE CABLES

El sistema es básicamente un rodillo tubular limitado por dos discos laterales, montados sobre un eje acoplado a un motoreductor. El giro del motoreductor hace que el cable se enrolle en el rodillo permitiendo el desplazamiento de la cabina. Un esquema se muestra en la figura 2.1.

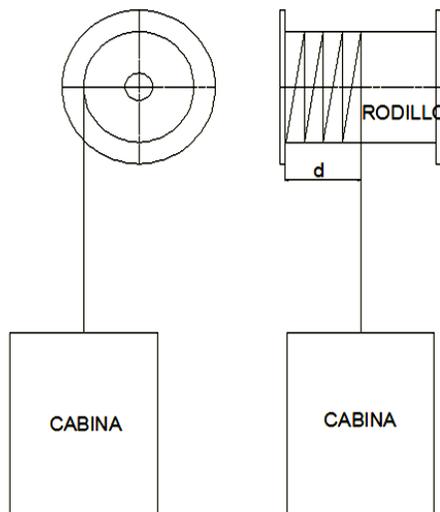


Figura 2.1 Esquema de sistema de elevación con rodillo enrollado de cable.

Fuente: Los Autores

VENTAJAS

- No requiere contrapeso.
- Facilidad de cálculo y construcción.
- Menor costo del equipo.
- Se utiliza para cargas bajas y altas.

DESVENTAJAS

- Ruido debido al enrollamiento del cable.
- Posible salto de la cabina por mal enrollamiento del cable.
- Desplazamiento del punto de tracción en el rodillo.
- En caso de falla del sistema eléctrico o de control, el rodillo puede seguir funcionando hasta la rotura del cable.
- No es posible utilizar 2 cables de tracción.

2.4.2 ALTERNATIVA B: ELEVADOR CON POLEA DE TRACCIÓN Y CONTRAPESO

El sistema consiste en una polea con una o varios canales e igual número de cables de tracción. La polea se encuentra unida al motoreductor mediante un eje. Este sistema requiere de un polea de reenvío para mantener la distancia entre cabina y contrapeso.

En un extremo del cable se ubica la cabina y en el otro el contrapeso como se muestra en la figura 2.2.

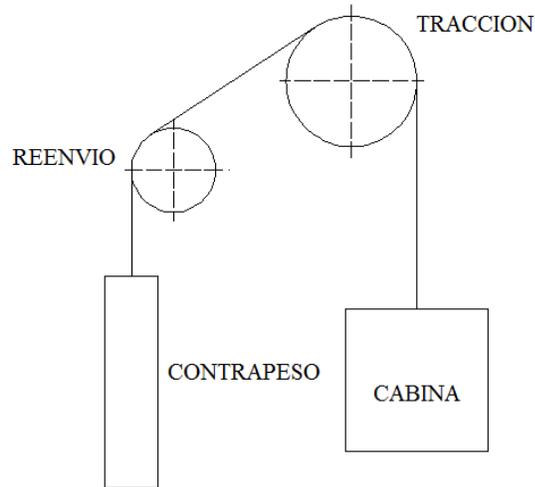


Figura. 2.2 Sistema de elevación con polea de tracción.

Fuente: Los Autores

VENTAJAS

- Elevado confort en el deslizamiento de la cabina
- Equipo muy silencioso.
- Puede utilizar varios cables de tracción.
- No existe el riesgo de rotura de cable, debido a una posible falla en el sistema eléctrico y de control.
- Se requiere equipo de tracción de menor capacidad.

DESVENTAJAS

- Requiere mayor trabajo de fabricación.
- Requiere mayor espacio para el contrapeso.
- Mayor costo del equipo.
- Se utiliza para cargas altas.

2.4.3 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

En la tabla 2.1 se muestra la evaluación de las dos alternativas con sus respectivos porcentajes.

CALIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA				
Factores	Factor de ponderación	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa ideal
Factibilidad de construcción y de montaje	3	3x3	2x3	3x3
Factibilidad de mantenimiento	2	1x2	3x2	3x2
Seguridad	4	1x4	3x4	3x4
Costo	3	3x3	2x3	3x3
TOTAL		24	30	36
ÍNDICE %		66.67	83.33	100
ORDEN DE SELECCIÓN		2	1	

Tabla 2.1: Evaluación de las alternativas del sistema.

Fuente: Los Autores

2.4.4 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DEL SISTEMA DE IZAJE

Una vez revisadas las ventajas y desventajas de los dos sistemas de tracción propuestos, se evidencia que son mayores las ventajas de construir el equipo con una polea de tracción y contrapeso.(alternativa B).

Además en la Tabla 1. Se puede apreciar que esta alternativa es la que tiene el mayor porcentaje.

2.5 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE PUERTAS

2.5.1 ALTERNATIVA A: ELEVADOR CON PUERTAS TIPO GUILLOTINA

El sistema se compone básicamente de dos hojas que se mueven verticalmente con un sistema polea - cable, que permiten el desplazamiento simultáneo de las hojas tanto para la apertura como para el cierre. El sistema de aperturas es manual y la una hoja trabaja como contrapeso de la otra. En la figura 2.3 se muestra el esquema de esta alternativa.

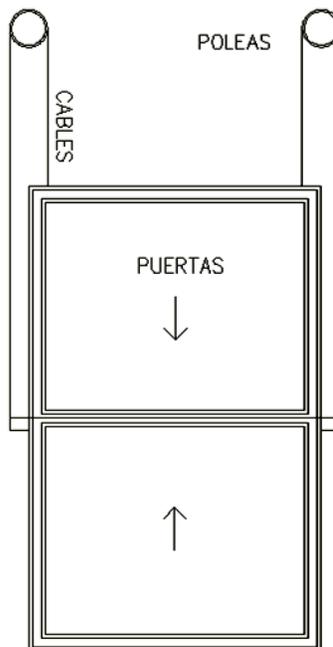


Figura 2.3 Esquema de sistema de puertas tipo guillotina.

Fuente: Los Autores

VENTAJAS

- Mayor seguridad al acceso o transporte del producto.
- Mayor estética.
- Es utilizado en cabinas con pequeñas dimensiones.
- No requiere de un espacio exterior para la apertura de la puerta.

DESVENTAJAS

- Si el recorrido es corto, no es funcional.
- Se necesita mayor espacio vertical para la apertura de las puertas.
- Mayor costo.

2.5.2 ALTERNATIVA B: ELEVADOR SIN PUERTAS CON PULSADOR DE BLOQUEO

El sistema consiste únicamente en colocar un pulsador de bloqueo manual junto al pulsador de mando, el cual desactiva el funcionamiento del motor mientras el usuario carga o descarga la cabina, impidiendo que este corra riesgo de sufrir un accidente. En la figura 2.4 se muestra el esquema de esta alternativa

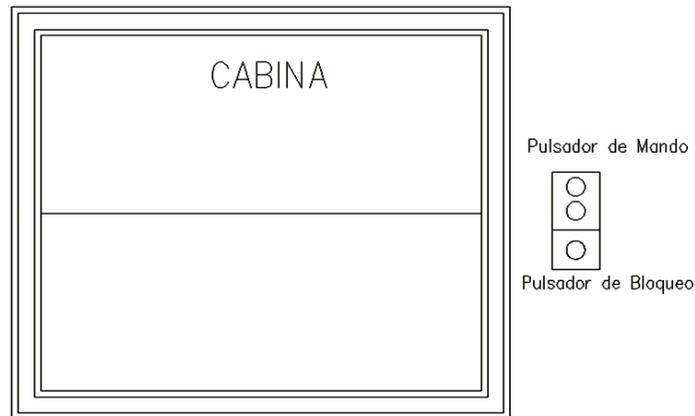


Figura 2.4 Elevador sin puerta con pulsador de bloqueo manual.

Fuente: Los Autores

VENTAJAS

- Fácil acceso a la cabina.
- Bajo costo.
- Manejo sencillo.

DESVENTAJAS

- El usuario está obligado a activar y a desactivar manualmente el motor en cada viaje de la cabina.

2.5.3 ALTERNATIVA C: ELEVADOR SIN PUERTAS CON SENSORES FOTOELÉCTRICOS

Este sistema consta de un emisor de un flujo luminoso y un receptor ubicados en las paredes laterales del acceso de la cabina. Si un objeto se sitúa entre la luz entonces este interrumpe el haz luminoso inhabilitando el funcionamiento del motor. Una vez que se retire el objeto el haz de luz vuelve a habilitar el encendido del motor. En la figura 2.5 se muestra un esquema del funcionamiento.



Figura 2.5 Sensor fotoeléctrico.

Fuente: Los Autores

VENTAJAS

- Producto de tecnología actual.
- No requiere operación manual del usuario.
- Facilidad de operación de la cabina.

DESVENTAJAS

- Requiere la instalación de cable viajero
- Es muy sensible a factores ambientales.
- Mayor costo.

2.5.4 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

En la tabla 2.2 se muestra la evaluación de las 3 alternativas con sus respectivos porcentajes.

CALIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA					
Factores	Factor de ponderación	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Alternativa ideal
Factibilidad de construcción y de montaje	3	1*3	3*3	2*3	3*3
Factibilidad de mantenimiento	2	1*2	3*2	2*2	3*2
Seguridad	4	3*4	1*4	3*4	3*4
Costo	3	2*3	3*3	2*3	3*3
TOTAL		23	28	28	36
ÍNDICE %		63.89	77.78	77.78	100
ORDEN DE SELECCIÓN		3	2	1	

Tabla 2.2: Evaluación de las alternativas del sistema.

Fuente: Los Autores

2.5.5 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DEL SISTEMA DE PUERTAS

Una vez revisadas las ventajas y desventajas de los tres sistemas de puertas propuestos, se evidencia que la alternativa B y C tienen el mismo puntaje, pero por mayor seguridad del usuario seleccionamos la alternativa C (elevador sin puertas con sensores fotoeléctricos), ya que no está expuesta al error del ser humano.

CAPITULO III

DISEÑO DE COMPONENTES DEL ELEVADOR

3.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

3.1.1 CARGA NETA

La carga neta es la máxima carga que se puede colocar en el interior de la cabina para su transporte.

De acuerdo a la información proporcionada por el personal de la biblioteca del campus El Girón sede Quito, el requerimiento máximo a transportar es de una caja de papel bond que tiene 10 resmas de papel y cada resma contiene 500 hojas de papel bond de 75 gr, la masa promedio de la caja es de 23.8 Kg, para fines de cálculo el peso se aproximará a 25 Kg.

Por lo tanto la fuerza generada por la carga neta es de 245.25 N.

3.1.2 TAMAÑO Y PESO DE LA CABINA

Según la información obtenida en la de la biblioteca del campus El Girón sede Quito y luego de revisar en textos y otros documentos relacionados con el tema, las dimensiones más apropiadas de la cabina son de 400 mm de alto, 400 mm de fondo y 600 de ancho, con una bandeja intermedia desmontable. Un diseño propuesto se presenta en la figura 3.1, en donde se puede observar además los paneles y los componentes del chasis

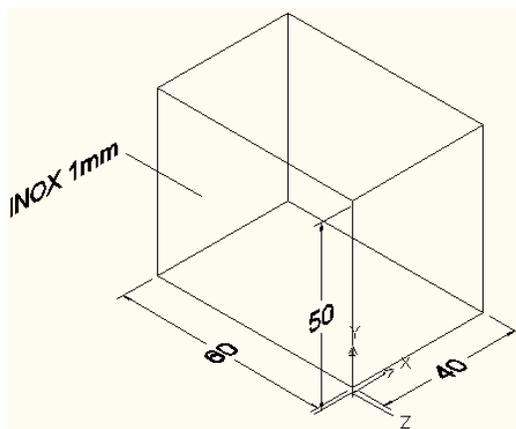


Figura 3.1 Dimensiones de la cabina

Fuente: Los Autores

Los datos de los materiales se encuentran en los anexos I - III

El peso de la cabina se resume en la tabla 3.1:

Ubicación	Material	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (Kg)
Bandeja superior e inferior	INOX espesor 1mm	2	660 x 560	5.92
Paredes laterales	INOX espesor 1mm	4	260 x 480	3.96
Paredes posteriores	INOX espesor 1mm	2	330 x 480	2.53
Soporte para ganchos	Correa G de 60 x 30 x 10 x 2	2	Longitud 1200	1.66
Subtotal				14.07
Otros			30%	4.22
TOTAL				18.29

Tabla 3.1 Peso cabina.

Fuente: Los Autores

Por lo tanto el peso generado de la cabina es de 18.29 Kg, y su fuerza generada es de 179.42N

3.1.3 PESO DEL CONTRAPESO

Para el cálculo del peso se utiliza la siguiente relación:

$$\begin{aligned}\text{Peso contrapeso} &= \text{peso cabina} + 1/2 \text{ carga neta}^1 && (3.1) \\ &= 18.29 \text{ Kg} + 1/2 (25 \text{ Kg}) \\ &= 30.79 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Por lo tanto la fuerza generada por el contrapeso es de 302.051 N

3.1.4 RECORRIDO

De acuerdo al espacio disponible en la obra civil que se muestra en la figura 3.2 el recorrido de la cabina será de 3.13 m.

3.1.5 VELOCIDAD

Para determinar este parámetro se realizó una medición de la velocidad en el sitio del equipo que actualmente se encuentra instalado, obteniéndose los siguientes valores:

¹ <http://www.scribd.com/doc/53269165/36/Contrapeso>

$$\text{Velocidad} = \text{recorrido} / \text{tiempo} \quad (3.2)$$

$$v = 3.13\text{m} / 18\text{s}$$

$$v = 0.18 \text{ m/s}$$

Esta velocidad se encuentra dentro del intervalo revisado en catálogos.²

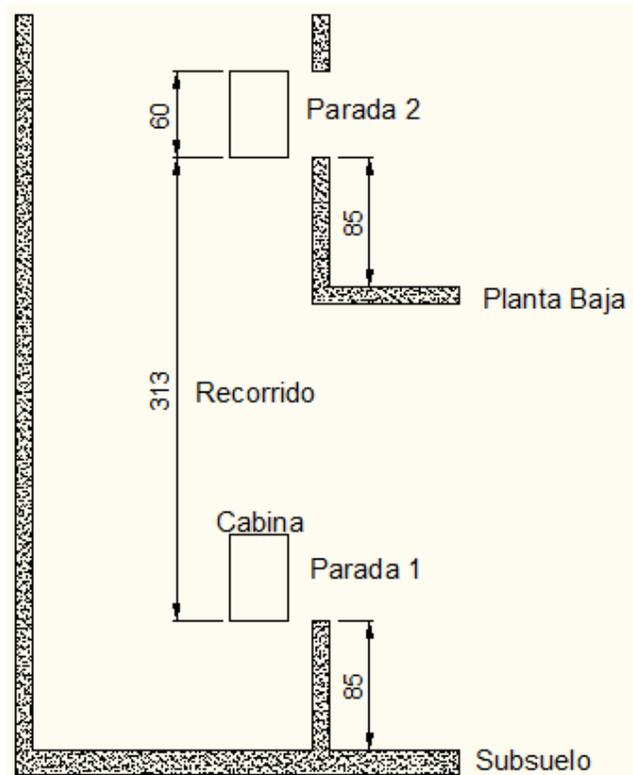


Figura 3.2 Recorrido de la cabina.

Fuente: Los Autores

² <http://www.wtlift.es/photos.html>

3.1.6 UBICACIÓN

Los elevadores estarán ubicados en la biblioteca del campus El Girón sede Quito, la figura 3.3 muestra un bosquejo de la ubicación de los elevadores.

De acuerdo al gráfico expuesto no hay espacio suficiente para colocar 2 cabinas, a menos que se retire parte del espacio de acceso al área de escalones.

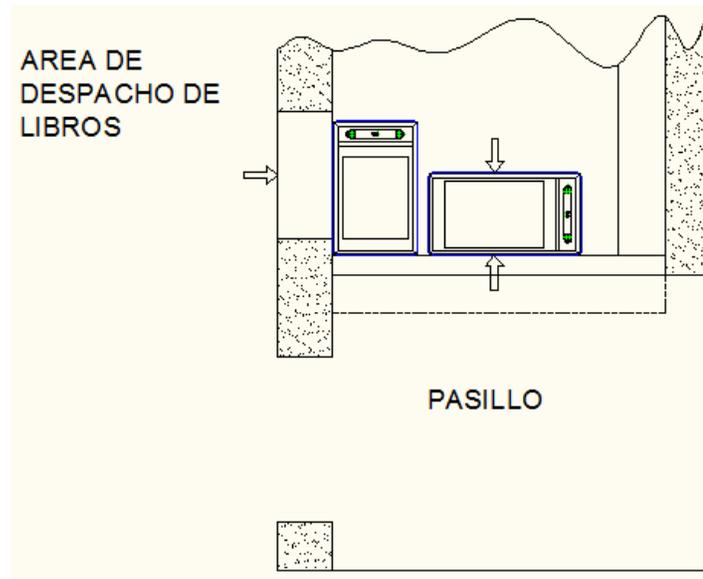


Figura 3.3 Ubicación de los equipos

Fuente: Los Autores

3.2 DISEÑO DE COMPONENTES

3.2.1 CALCULO DEL SISTEMA DE TRACCIÓN

3.2.1.1 DIÁMETRO MÍNIMO DE LA POLEA DE TRACCIÓN

$$D = s \cdot \bar{T} \quad (3.3)$$

En donde:

D = Diámetro mínimo de la polea

s = coeficiente de seguridad según su aplicación del cable

T = Carga total o tracción a la que está sometida el cable

Según la aplicación se tiene:

Grupo I, cables sometidos a cargas parciales y servicio poco frecuente³

s : 6 - 7

El rendimiento de un elevador comúnmente es de 0.5 a 0.6⁴, por lo que se asume el rendimiento de 0.55.

$$D = 7 \cdot \frac{79.32}{0.55}$$

$$D = 84.64 \text{ mm} \times 1.5$$

Por motivo de seguridad se toma un valor de 1.5, por tanto:

$$D = 126.96 \text{ mm}$$

Es suficiente que el diámetro de la polea de tracción sea mayor a 126.96 mm, por tanto, se asume un valor inicial de 200 mm.

³ A Miravete, Emilio Larrodé, Elevadores: principios e innovaciones.

⁴ A Miravete, Emilio Larrodé, Elevadores: principios e innovaciones.

3.2.1.2 DIÁMETRO MÍNIMO DE LA POLEA DE REENVÍO

$$d = s \cdot \bar{T} \quad (3.4)$$

En donde:

d = Diámetro mínimo de la polea de reenvío

s = coeficiente de seguridad según su aplicación del cable

T = Carga total o tracción a la que está sometida el cable

Según la aplicación se tiene:

Grupo I, cables sometidos a cargas parciales y servicio poco frecuente⁵

s : 6 - 7

El rendimiento de un elevador comúnmente es de 0.5 a 0.6⁶, por lo que se asume el rendimiento de 0.55.

En donde:

$$D = 7 \cdot \frac{33.41}{0.55}$$

$$D = 54.56 \text{ mm} \times 1.5$$

$$D = 81.84 \text{ mm}$$

⁵ A Miravete, Emilio Larrodé , Elevadores: principios e innovaciones.

⁶ A Miravete, Emilio Larrodé , Elevadores: principios e innovaciones.

Es suficiente que el diámetro de la polea de reenvío sea mayor a 81.84 mm, por tanto, se asume un valor inicial de 100 mm.

3.2.1.3 DIÁMETRO MÍNIMO DEL CABLE

$$d = k \cdot \bar{T} \quad (3.5)$$

En donde:

d = Diámetro del cable

k = coeficiente que se dispone de acuerdo a la aplicación del cable

T = Carga total o tracción a la que está sometida el cable

$$T = \frac{\text{carga neta}}{\eta} \quad (3.6)$$

En donde:

η = Rendimiento global (0.45 a 0.60) nosotros tomaremos 0.55 para facilidad de cálculo.

Según la aplicación se tienen:

Grupo I, cables sometidos a cargas parciales y servicio poco frecuente⁷

k: 0.32 – 0.34

⁷ A Miravete, Emilio Larrodé, Elevadores: principios e innovaciones.

$$d = 0.33 \frac{45.91}{0.55}$$

$$d = 3 \text{ mm} \times 1.5$$

$$d = 4.5 \text{ mm}$$

Para este proyecto se usará un cable de acero de 4.7mm de diámetro cuya alma se conformará de fibra natural (yute), ya que sirve como cable de ingeniería (Ascensores y cables de izaje de minas), porque amortiguan las cargas y descargas por aceleraciones o frenadas bruscas⁸.

3.2.1.4 NÚMERO DE CABLES

Por seguridad y por normativa para la construcción de un elevador en este proyecto se colocarán 2 cables de diámetro 4.7 mm.

⁸ A Miravete, Emilio Larrodé, Elevadores: principios e innovaciones.

3.2.1.5 POTENCIA DEL MOTOR

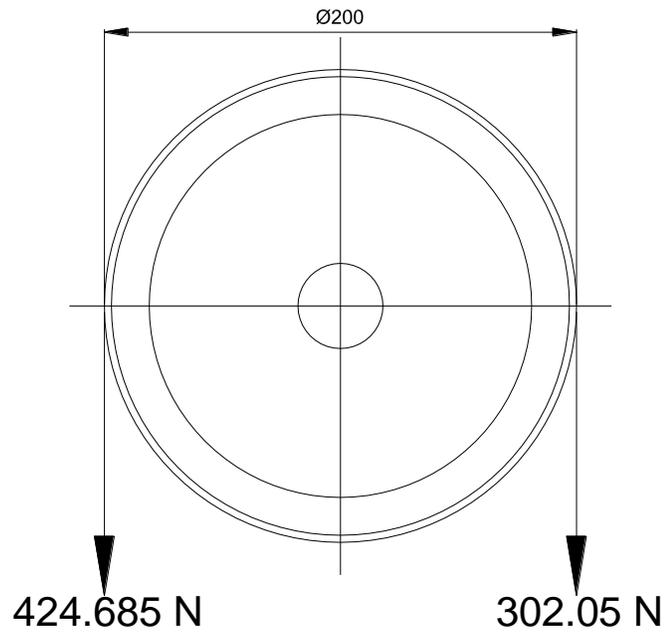


Figura 3.4 Distribución de fuerzas en la polea

Fuente: Los Autores

$F=76.7 \text{ Kgf}$

$P=\text{Potencia del motor.}$

$V:$ velocidad lineal.

$$P = 76.7 \text{ kgf} * 0.18 \text{ m/s}$$

$$P = 13.806 \frac{\text{kg} * \text{m}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ Kw}}{101.988 \frac{\text{kg} * \text{m}}{\text{s}}}$$

$$P = 0.1353 \text{ Kw} * \frac{0.746 \text{ Hp}}{1 \text{ Kw}}$$

$$P = 0.1 \text{ HP}$$

Por motivos de cotización y facilidad de selección de productos se tomará una potencia de 1 HP o 1.34 Kw a la salida del motor.

En el mercado el motor con electrofreno de menor potencia es de 1 HP, el cual es suficiente para la potencia requerida en este proyecto.

Por tanto se escoge a través del anexo IV un motoreductor marca VARVEL de modelo: SRT60, cuyas características se presentan en el anexo V.

3.2.1.6 DISEÑO DEL EJE DE REENVÍO

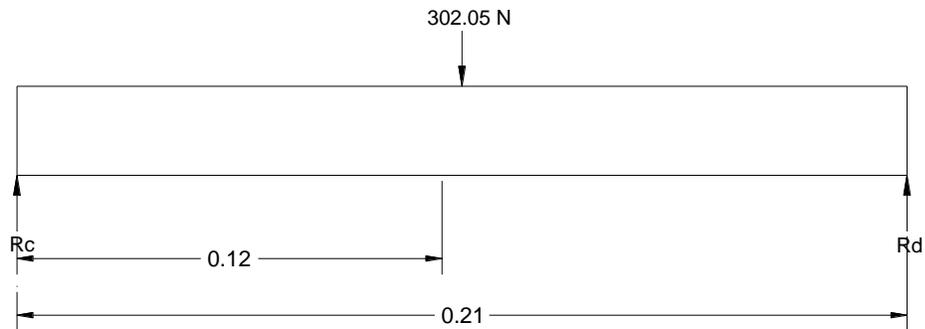


Figura 3.5 Diagrama de cuerpo libre del eje

Fuente: Los Autores

$$F_y = 0 \quad (3.7)$$

$$R_c + R_d = 302.05\text{N}$$

$$R_c = 129.45\text{N}$$

$$M_c = 0 \quad (3.8)$$

$$302.05\text{N} * 0.12\text{m} = R_d * 0.21$$

$$R_d = 172.6\text{N}$$

Obteniendo los siguientes diagramas de esfuerzos y momentos:

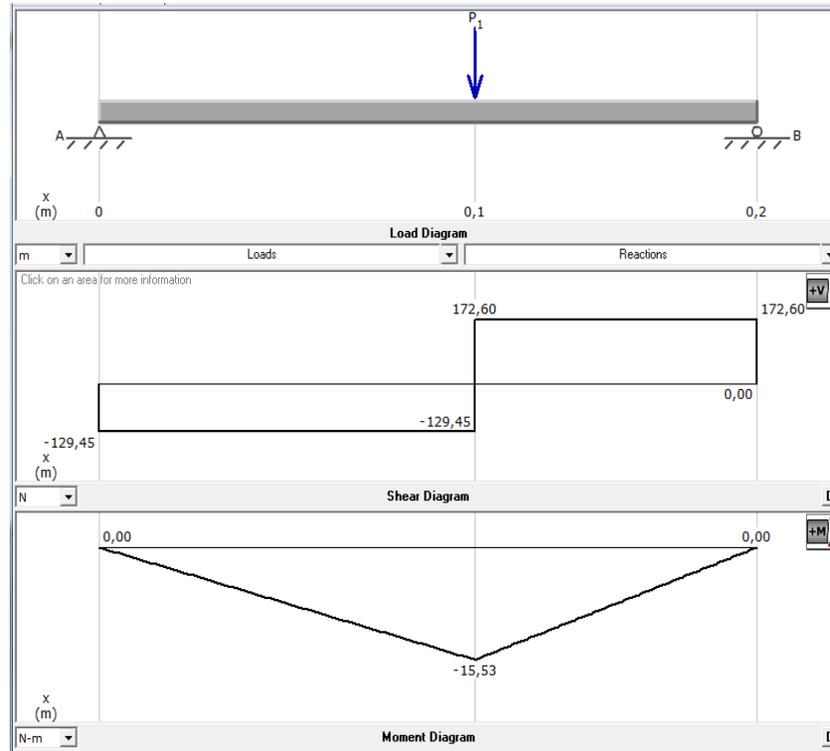


Figura 3.6 Diagrama de esfuerzos cortantes y momentos flexionantes del eje de reenvío

Fuente: Los Autores

Por estandarización el diámetro del eje de reenvío será el mismo que el de tracción.

3.2.1.7 DISEÑO DEL EJE TRACCIÓN

El eje está dimensionado en base a la distribución de las cargas y su facilidad de construcción.

$$F_y = 0$$

$$R_a + R_b = 726.74\text{N}$$

$$R_a = 311.46\text{N}$$

$$M_A = 0$$

$$726.74 * 0.12 = R_b * 0.21$$

$$R_b = 415.28\text{N}$$

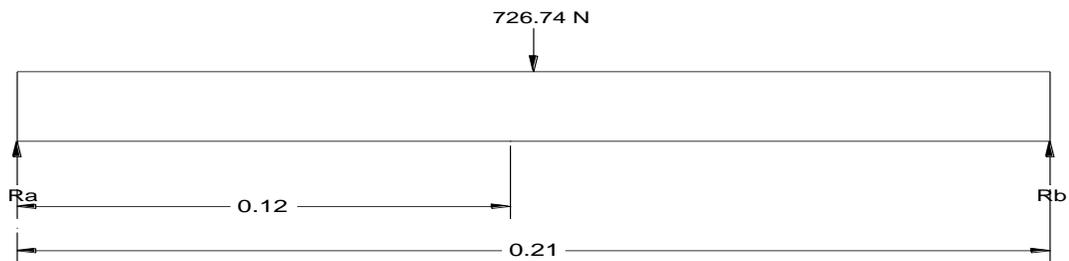


Figura 3.7 Diagrama de cuerpo libre del eje de tracción

Fuente: Los Autores

Para realizar los diagramas de esfuerzos y momentos se ha hecho uso del software libre MDSolids (Mechanics of Deformable Solids Software) Versión 3.5 1997-2009. Obteniendo los siguientes resultados:

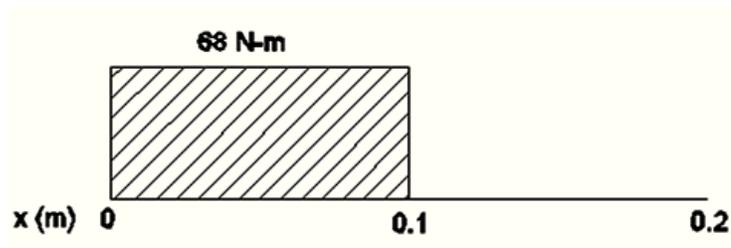
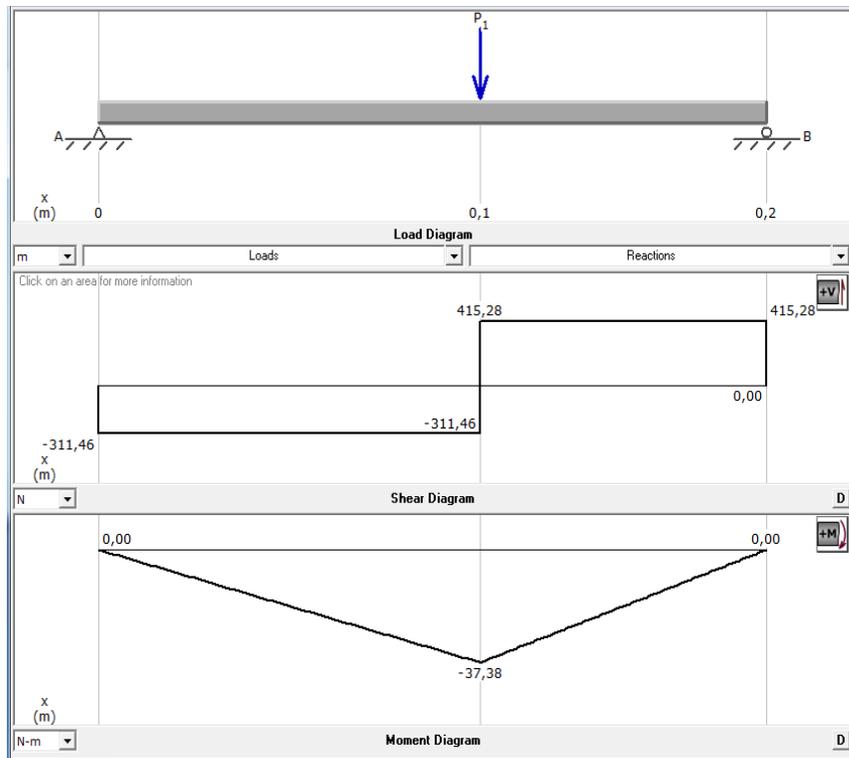


Figura 3.8 Diagrama de esfuerzos cortantes, momentos flexionantes y momento torsor del eje de tracción.

Fuente: Los Autores

Calculados los esfuerzos y momentos se puede concluir que el eje de tracción es el más crítico, por tanto se procede a analizarlo y dimensionarlo.

Si se considera un acero AISI 1018 para ejes de transmisión con las siguientes características:

$$S_y = 240 \text{ N/mm}^2 = 24.49 \text{ Kg / mm}^2$$

$$S_{ut} = 410 \text{ N/mm}^2 = 41.84 \text{ Kg / mm}^2$$

Dureza = 126 HB

Ver anexo VII: catálogos de BOHLER e Iván Vohman

Se asume un factor de seguridad ($n=1.5$) por el comportamiento del material en el lugar de la soldadura.

3.2.1.7.1 ESFUERZOS DEL DIAGRAMA DE MOMENTOS DEL EJE DE TRACCIÓN

$$\sigma = \frac{Mxc}{I} \quad (3.9)$$

Donde:

σ = Esfuerzo de flexión.

M = Momento máximo del eje.

c = Distancia desde el eje neutro hasta el punto donde se producen los máximos esfuerzos.

I = Inercia de la sección.

$$\sigma = \frac{40 \text{ N - m } x \frac{d}{2}}{\frac{\pi x d^4}{64}}$$

$$\sigma = \frac{40 \text{ N - m } x \frac{d}{2}}{\frac{\pi x d^4}{64}}$$

$$\sigma = \frac{407.44 \text{ N} - m}{d^3 m^3}$$

3.2.1.7.2 ESFUERZO TORSOR DEL EJE DE TRACCIÓN

$$\tau = \frac{T * c}{J} \quad (3.10)$$

Donde:

τ = Esfuerzo de torsión.

J = Momento polar de inercia.

T = Momento torsor.

$$\tau = \frac{68 \text{ N} - m * \frac{d}{2}}{\frac{\pi * d^4}{32}} \quad (3.11)$$

$$\tau = \frac{346.32}{d^3} \frac{N}{m^2} = \frac{35.303}{d^3} \frac{Kg}{m^2}$$

“Sines afirma que la experiencia experimental indica que la resistencia a la fatiga por flexión no es afectada por la existencia del esfuerzo medio por torsión hasta que la resistencia de fluencia a la tensión se exceda aproximadamente en 50 % “

Entonces se puede decir que si: $\tau \leq 0.5\sigma$

Tenemos:

$$d = \left(\frac{32 Mn}{\pi * Se} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (3.12)$$

Donde:

M = Momento máximo en el eje.

n = Factor de seguridad.

d = Diámetro del eje.

3.2.1.7.3 DISEÑO A FATIGA PARA DETERMINAR EL MATERIAL DEL EJE

El material recomendado para las características del eje es AISI 1018 de las siguientes características:

$$S_y = 240 \text{ N/mm}^2 = 24.49 \text{ Kg /mm}^2$$

$$S_{ut} = 410 \text{ N/mm}^2 = 41.84 \text{ Kg / mm}^2$$

La ecuación para el límite a fatiga está dada por:

$$S_e = S_e' \times k_a \times k_b \times k_c \times k_d \times k_e \times k_f \quad (3.13)$$

Donde:

S_e = Límite de resistencia a la fatiga.

S_e' = Límite aproximado de fluencia a la fatiga.

k_a = Factor de superficie.

k_b = Factor de tamaño.

k_c = Factor de confiabilidad.

k_d = Factor de temperatura.

k_e = Factor de modificación por concentración de esfuerzos.

k_f = Factor de efectos diversos.

S_{ut} = Esfuerzo máximo

$$S_e' = 0.5 S_{ut} \quad (3.14)$$

$$S_e' = 0.5 \times 41.84 \text{ Kg} - \text{mm}^2$$

$$S_e' = 20.92 \text{ Kg/mm}^2$$

El k_a se encuentra según el acabado superficial y el S_{ut} ⁹, (ver Anexo VIII).

Con $S_{ut} = 410 \text{ MPa} = 0.41 \text{ GPa}$ y maquinado obtenemos:

$$k_a = 0.78$$

Para un eje que se encuentre a flexión y torsión se utiliza la siguiente ecuación:

$$k_b = 0.869 d^{-0.097} \quad (3.15)$$

Esta ecuación está dada para cuando el diámetro del eje se encuentra en un rango entre:

$$0.3 \text{ pulg} < d \leq 10 \text{ pulg}$$

$$k_b = 0.869 \times 1.25^{(-0.097)}$$

⁹ SHIGLEY BUDYNAS, Richard G. *Diseño de ingeniería mecánica*, Octava edición, Mc Graw Hill, (tabla 7-10)

$$k_b = 0.85$$

Para una confiabilidad del 90 % obtenemos k_c^{10} (Ver anexo VII).

$$k_c = 0.897$$

Para hallar (k_d) se utiliza una de las siguientes expresiones según el uso del eje:

$$k_d = \begin{matrix} 1.0 & T \leq 450 \text{ } ^\circ\text{C} \\ 1 - 5.8 \cdot 10^{-3} T - 450 & 450 \text{ } ^\circ\text{C} < T \leq 550 \text{ } ^\circ\text{C} \\ 1 - 3.2 \cdot 10^{-3} T - 840 & 840 \text{ } ^\circ\text{F} < T \leq 1020 \text{ } ^\circ\text{F} \end{matrix} \quad (3.16)$$

Como la temperatura a la que trabaja el eje tiene una variación de temperatura despreciable:

$$k_d = 1.0$$

Para calcular el Factor de modificación por concentración de esfuerzos se utiliza la siguiente ecuación:

Para estimar el factor K_e se supondrá un radio de entalladura de $r = 2\text{mm}$

$$k_e = \frac{1}{k_f} \quad (3.17)$$

$$q = \frac{k_f - 1}{k_t - 1} \quad (3.18)$$

Donde:

K_f = Factor de reducción de resistencia para fatiga.

¹⁰ SHIGLEY BUDYNAS, Richard G. *Diseño de ingeniería mecánica*, Octava edición, Mc Graw Hill, (tabla 7-7)

q= Sensibilidad a las ranuras o muescas.

Kt = Factor de concentración de esfuerzos, teórico o geométrico.

“El valor de q suele estar entre cero y la unidad la ecuación $k_e = \frac{1}{k_f}$ indica que, si q=0 entonces Kf=1, el material no tiene sensibilidad a las ranuras. Por otra parte si q=1 entonces Kf = Kt y el material es completamente sensible”¹¹.

Entonces se tiene Kt = Kf=1 por tener q=0.

Por lo tanto se calcula el valor de Se:

$$S_e = 20.92 \times 0.78 \times 0.85 \times 0.897 \times 1 \times 1 \times 1 \left(\frac{Kg}{mm^2} \right)$$

$$S_e = 12.44 \left(\frac{Kg}{mm^2} \right)$$

Debido a que la torsión y la flexión intervienen en los cálculos es necesario calcular la resistencia de fluencia al cortante del eje, mediante la Teoría de la Energía de distorsión, donde:

$$S_{sy} = 0.577 S_y \quad (3.19)$$

Donde:

S_{sy} = Resistencia de fluencia al cortante.

S_y = Resistencia de fluencia.

$$S_{sy} = 0.577 \times 24.49 \text{ Kg} / \text{mm}^2$$

¹¹ SHIGLEY BUDYNAS, Richard G. *Diseño de ingeniería mecánica*, Octava edición, Mc Graw Hill.

$$S_{sy} = 14.13 \left(\frac{Kg}{mm^2} \right)$$

3.2.1.7.4 LÍMITE DE FATIGA A LA CORTADURA CORREGIDA

$$S_{se} = 0.577 S_e \quad (3.20)$$

Donde:

S_{se} = Límite de fatiga a la cortadura corregida.

S_e = Límite de resistencia a la fatiga.

$$S_{se} = 0.577 \times 12.44 \left(\frac{Kg}{mm^2} \right)$$

$$S_{se} = 7.18 \left(\frac{Kg}{mm^2} \right)$$

3.2.1.7.5 DIÁMETRO

El diámetro va a estar calculado según el criterio de SINES donde:

$$d = \left(\frac{32 Mn}{\pi x S_e} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (3.21)$$

$$\left(\frac{32 \times 40 N - m \times 1.5}{\pi \times 121912000 N/m^2} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$d = 0.01711 m = 17.11 mm$$

Verificación del diámetro según el método de SODERBERG.

$$d = \frac{32n}{\pi} \left(\frac{T}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{M}{S_e}\right)^2 \frac{1}{2} \frac{1}{3} \quad (3.22)$$

Donde:

n = Factor de seguridad.(n = 1.5)

d = Diámetro del eje

T= Torque (T = 68 N-m=6931.7Kg-mm)

M = Momento máximo en el eje (M = 40 N-m= 4081.63 Kg - mm)

Se = Límite de fatiga a la cortadura corregida (12.44 ($\frac{Kg}{mm^2}$))

Sy = Resistencia de fluencia (Sy = 24.49 Kg / mm²)

$$d = \frac{32 \times 1.5}{\pi} \left(\frac{6931.7 \text{ kg} - \text{mm}}{24.49 \text{ Kg} / \text{mm}^2}\right)^2 + \left(\frac{4081.63 \text{ Kg} - \text{mm}}{12.44 \left(\frac{Kg}{\text{mm}^2}\right)}\right)^2 \frac{1}{2} \frac{1}{3}$$

$$d = 18.77 \text{ mm}$$

Por tanto los ejes serán en acero de transmisión y tendrán un diámetro de 25mm.

3.2.1.8 SELECCIÓN DE CHAVETA

La chaveta debe permitir la transmisión de potencia entre los elementos unidos. Ello implicará dos posibles mecanismos de fallo de dicho elemento: fallo por cizallamiento, y fallo por aplastamiento. El procedimiento de dimensionado de la sección de la chaveta a partir del diámetro del eje. Lo que resta por dimensionar es la longitud de la chaveta

necesaria para que no se produzca el fallo. En la figura 3.9 se esquematiza una unión con una chaveta de dimensiones $b \times h$, y longitud l .

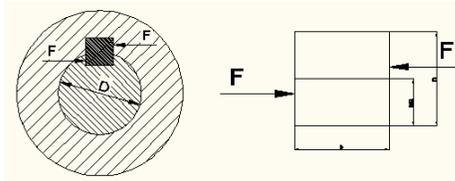


Figura 3.9 Unión con chaveta

Fuente: Los Autores

Árbol d	Chavetas DIN 6885						Cuñas (con cabeza), DIN 6886, 6887		Cuñas planas DIN 6883, 6884			Cuñas cóncavas DIN 6881, 6889		
	b	h	t_1	t_2	t_2	h_2	b	h	t_1	b	h	t_2		
10--12	4	4	2,5	1,2	1,8	7								
12--17	5	5	3,0	1,7	2,3	8								
17--22	6	6	3,5	2,1	2,8	10								
22--30	8	7	4,0	2,4	3,3	11	8	5	1,3	8	3,5	3,2		
30--38	10	8	5,0	2,4	3,3	12	10	6	1,8	10	4	3,7		
38--44	12	8	5,0	2,4	3,3	12	12	6	1,8	12	4	3,7		
44--50	14	9	5,5	2,9	3,8	14	14	6	1,4	14	4,5	4,0		
50--58	16	10	6,0	3,4	4,3	16	16	7	1,9	16	5	4,5		
58--65	18	11	7,0	3,4	4,4	18	18	7	1,9	18	5	4,5		
65--75	20	12	7,5	3,9	4,9	20	20	8	1,9	20	6	5,5		
75--85	22	14	9,0	4,4	5,4	22	22	9	1,8	22	7	6,5		
85--95	25	14	9,0	4,4	5,4	22	25	9	1,9	25	7	6,4		
95--110	28	16	10,0	5,4	6,4	25	28	10	2,4	28	7,5	6,9		
110--130	32	18	11,0	6,4	7,4	28	32	11	2,3	32	8,5	7,9		
130--150	36	20	12,0	7,1	8,4	32	36	12	2,8	36	9	8,4		
150--170	40	22	13,0	8,1	9,4	36	40	14	4,0			9,1		
170--200	45	25	15,0	9,1	10,4	40	45	16	4,7			10,4		

Tabla 3.2 Dimensiones de chavetas, cuñas, y chaveteros según DIN en mm, momento torsor admisible

Fuente: http://www.emc.uji.es/d/mecapedia/calculo_resistente_de_chavetas.htm

3.2.1.8.1 FALLO POR CIZALLAMIENTO

La fuerza de corte F sobre la chaveta, debida al momento M que se transmite será:

$$F = \frac{2 * M}{D} \quad (3.23)$$

$$F = \frac{2 * 68 Nm}{22.225 mm}$$

$$F = 6119.235 N$$

Con lo que las tensiones en la sección de corte:

$$\tau = \frac{2 * M}{D * A} \quad (3.24)$$

$$\tau = \frac{2 * 68 Nm}{0.02 m * 1.6 * 10^{-5} m^2}$$

$$\tau = 425 MN/m^2$$

La longitud l necesaria para que no se produzca el fallo¹², si el coeficiente de seguridad n_s es 3 y S_y es 36KSI, es:

$$l \geq \frac{4 * M * n_s}{D * b * S_y} \quad (3.25)$$

$$l \geq \frac{4 * 68 Nm * 3}{0.02 m * 0.04 m * 247.75 * 10^6 N/m^2}$$

$$l \geq 4.12 * 10^{-3} m$$

$$l \geq 4.12 mm$$

¹² http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_mecanica/chavetas/default2.asp

3.2.1.8.2 FALLO POR APLASTAMIENTO

La tensión de compresión sobre las caras laterales de la chaveta será:

$$\sigma_{comp} = \frac{2 * M}{D * \frac{h}{2} * l} \quad (3.26)$$

$$\sigma_{comp} = \frac{2 * 68Nm}{0.02m * \frac{0.04m}{2} * 0.2m}$$

$$\sigma_{comp} = 1.7x10^6 N/m^2$$

Para la cual se considera una tensión admisible de compresión 2 veces la tensión normal máxima admisible del material, con lo que la longitud necesaria para que no se produzca el fallo, con un coeficiente de seguridad n_s es:

$$l \geq \frac{2 * M * n_s}{D * h * S_y} \quad (3.27)$$

$$l \geq \frac{2 * 68Nm * 3}{0.02m * 0.04m * 247.75x10^6 N/m^2}$$

$$l \geq 2.058x10^{-3}m$$

$$l \geq 2.058mm$$

Finalmente, se escogerá la longitud más desfavorable obtenida de las dos comprobaciones anteriores.

Un coeficiente de seguridad adecuado para la mayoría de aplicaciones industriales es $n_s = 3$. Si la longitud calculada excediera el espacio disponible para la chaveta, se aumentará el número de chavetas, distribuyéndolas siempre uniformemente en la

periferia. Si el número de chavetas necesario es superior o igual a 3, es recomendable utilizar ejes acanalados en su lugar.¹³

Por lo tanto se selecciona una chaveta con dimensiones 8mm de ancho, 7mm de alto y 20mm de profundidad, de material acero A36.

3.2.1.9 SELECCIÓN DE CHUMACERAS

Para la selección de chumaceras es necesario tomar en cuenta el diámetro del eje y la carga q va a soportar el eje, en nuestro caso:

Diámetro mínimo de eje = 25 mm

Carga máxima a soportar = 327.75 N

En el mercado actual existen varias opciones que cumplen las condiciones indicadas, por tanto hemos seleccionado, según el catalogo proporcionado por SKF la siguiente chumacera cuyas dimensiones son, como se muestra en el Anexo IX:

Diámetro: 1 plg = 25.4 mm

H1 = 33.3 mm

Jmin = 88.0 mm

Jmax = 106 mm

¹³ http://www.emc.uji.es/d/mecapedia/calculo_resistente_de_chavetas.htm

3.2.2 CÁLCULO DE BANCADA

3.2.2.1 TRAVESAÑOS DE BANCADA

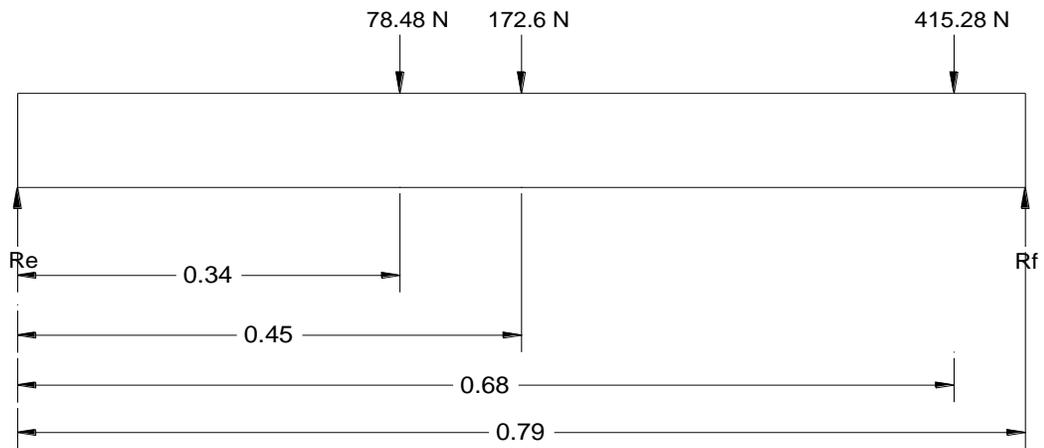


Figura 3.10 Travesaño bancada 1

Fuente: Los Autores

$$F_y = 0$$

$$R_e + R_f - 78.48\text{N} - 172.6\text{N} - 415.28\text{N} = 0$$

$$R_e = 176.81\text{N}$$

$$M_e = 0$$

$$78.48\text{ N} * 0.34\text{m} + 172.6\text{N} * 0.45\text{m} + 415.28\text{N} * 0.68\text{m} = R_f * 0.79$$

$$R_f = 489.55\text{N}$$

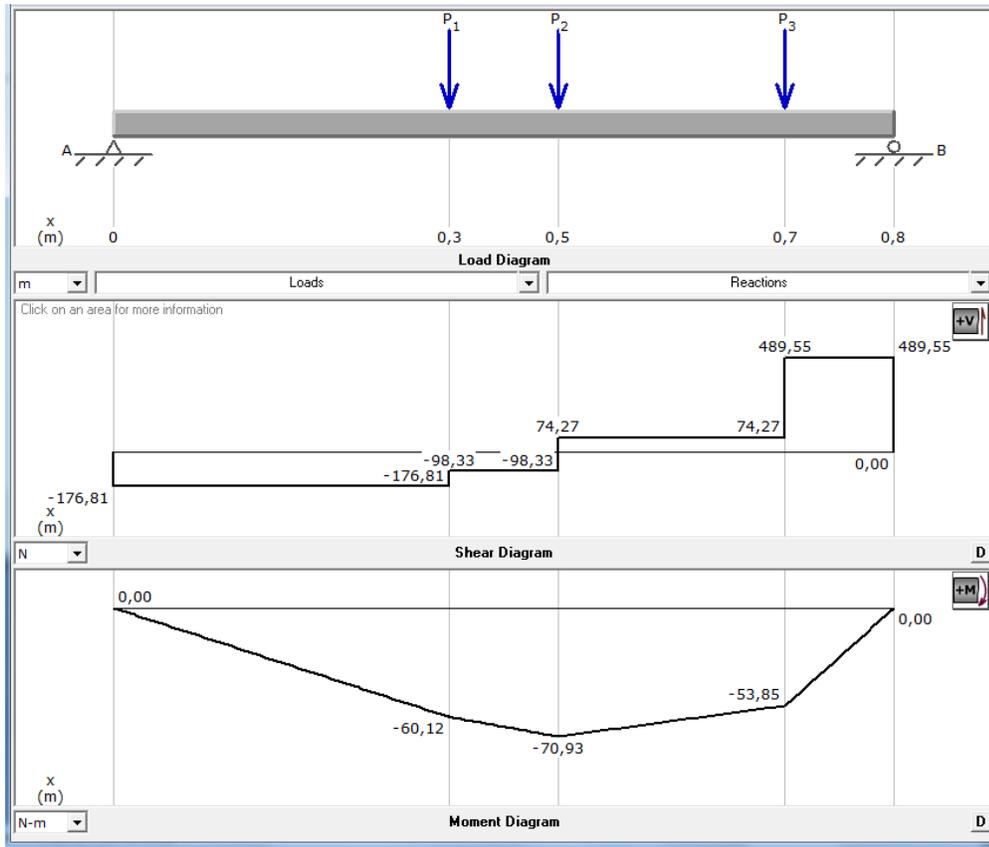


Figura 3.11 Gráfico esfuerzo cortante y momento flexionante travesaño 1

Fuente: Los Autores

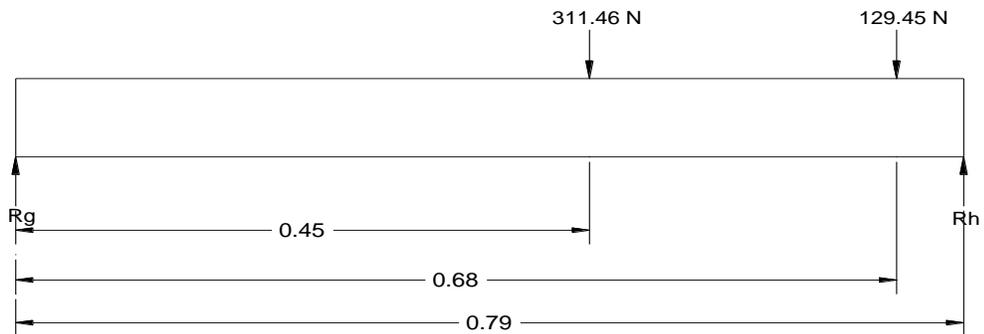


Figura 3.12 Travesaño bancada 2

Fuente: Los Autores

$$F_y = 0$$

$$R_g + R_h - 311.46\text{N} - 129.45\text{N} = 0$$

$$R_g = 152.07\text{N}$$

$$M_g = 0$$

$$311.46\text{ N} * 0.45\text{m} + 129.45\text{N} * 0.68\text{m} = R_h * 0.79$$

$$R_h = 288.84\text{N}$$

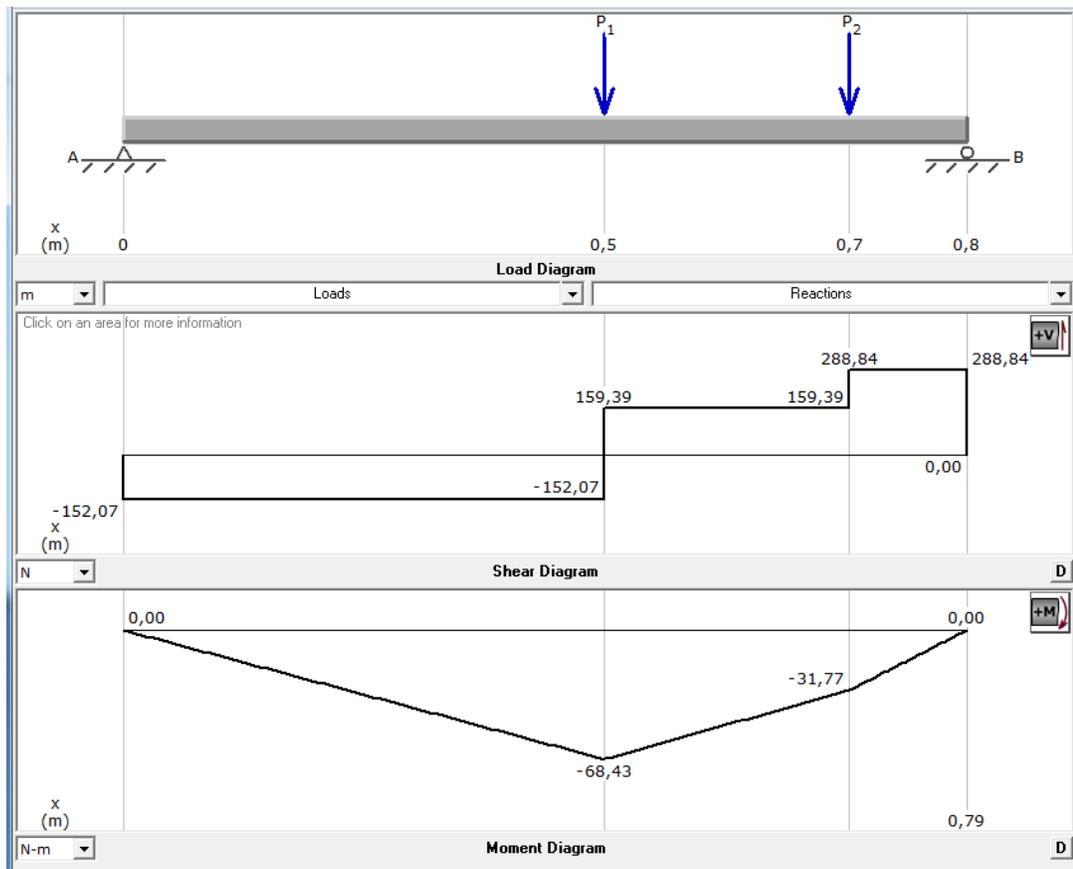


Figura 3.13 Esfuerzo cortante y momento flexionante travesaño 2

Fuente: Los Autores

3.2.2.2 BASE DE BANCADA

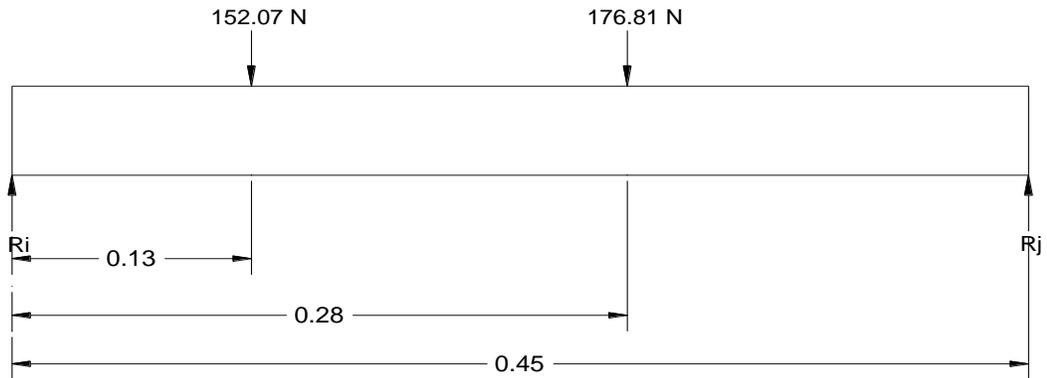


Figura 3.14 Base bancada 1

Fuente: Los Autores

$$F_y = 0$$

$$R_i + R_j - 152.07\text{N} - 176.81\text{N} = 0$$

$$R_i = 174.93\text{N}$$

$$M_i = 0$$

$$152.07\text{ N} * 0.13\text{m} + 176.81\text{N} * 0.28\text{m} = R_j * 0.45$$

$$R_j = 153.95\text{N}$$

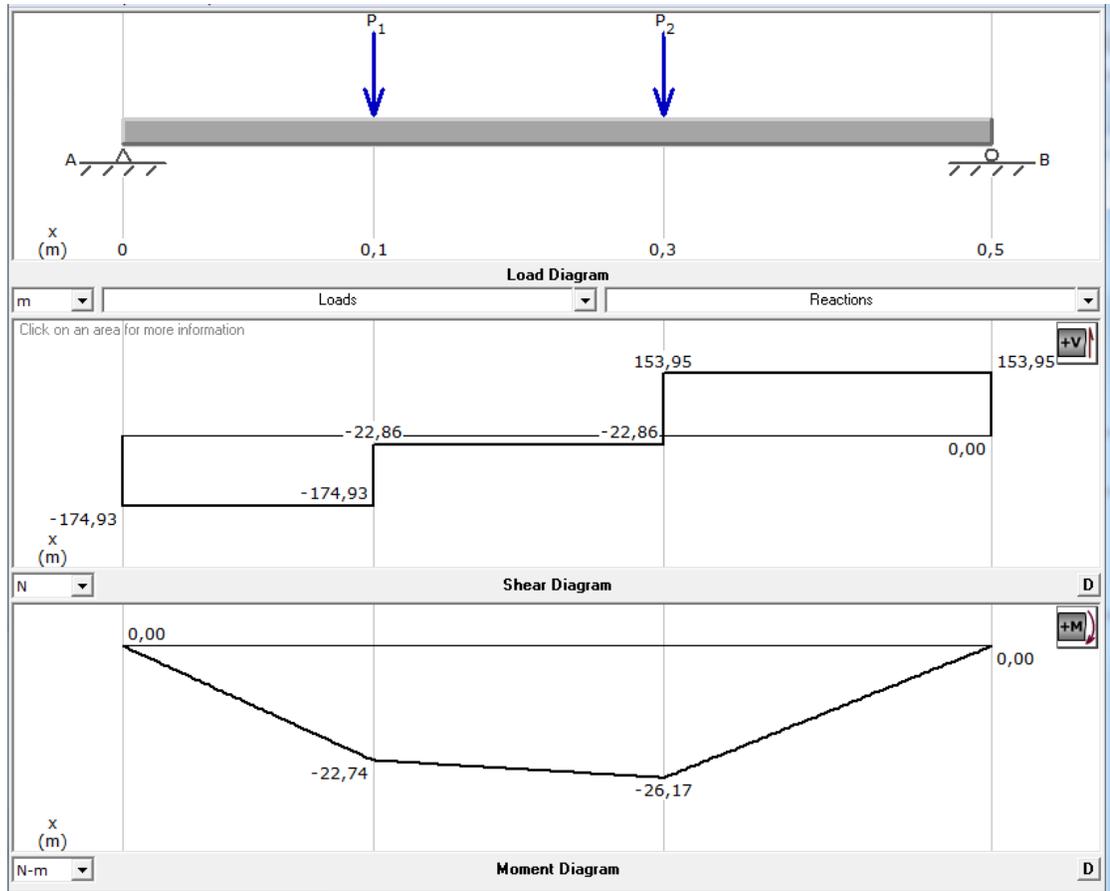


Figura 3.15 Esfuerzo cortante y momento flexionante base 1

Fuente: Los Autores

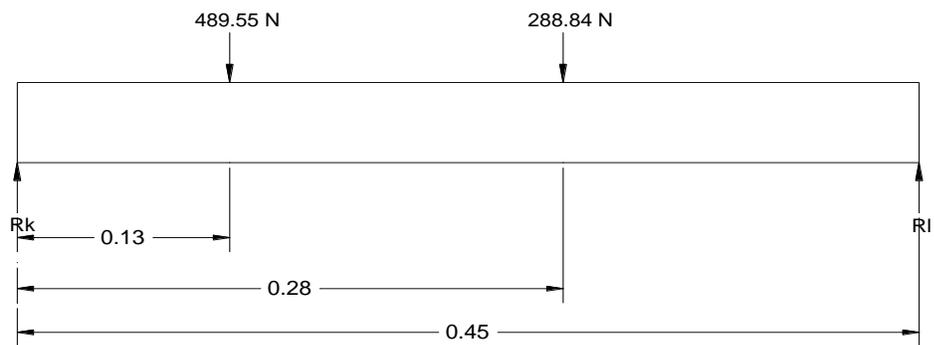


Figura 3.16 Base bancada 2

Fuente: Los Autores

$$F_y = 0$$

$$R_k + R_l - 489.55\text{N} - 288.84\text{N} = 0$$

$$R_k = 457.24\text{N}$$

$$M_k = 0$$

$$489.55\text{ N} * 0.13\text{m} + 288.84\text{N} * 0.28\text{m} = R_l * 0.45$$

$$R_l = 321.15\text{N}$$

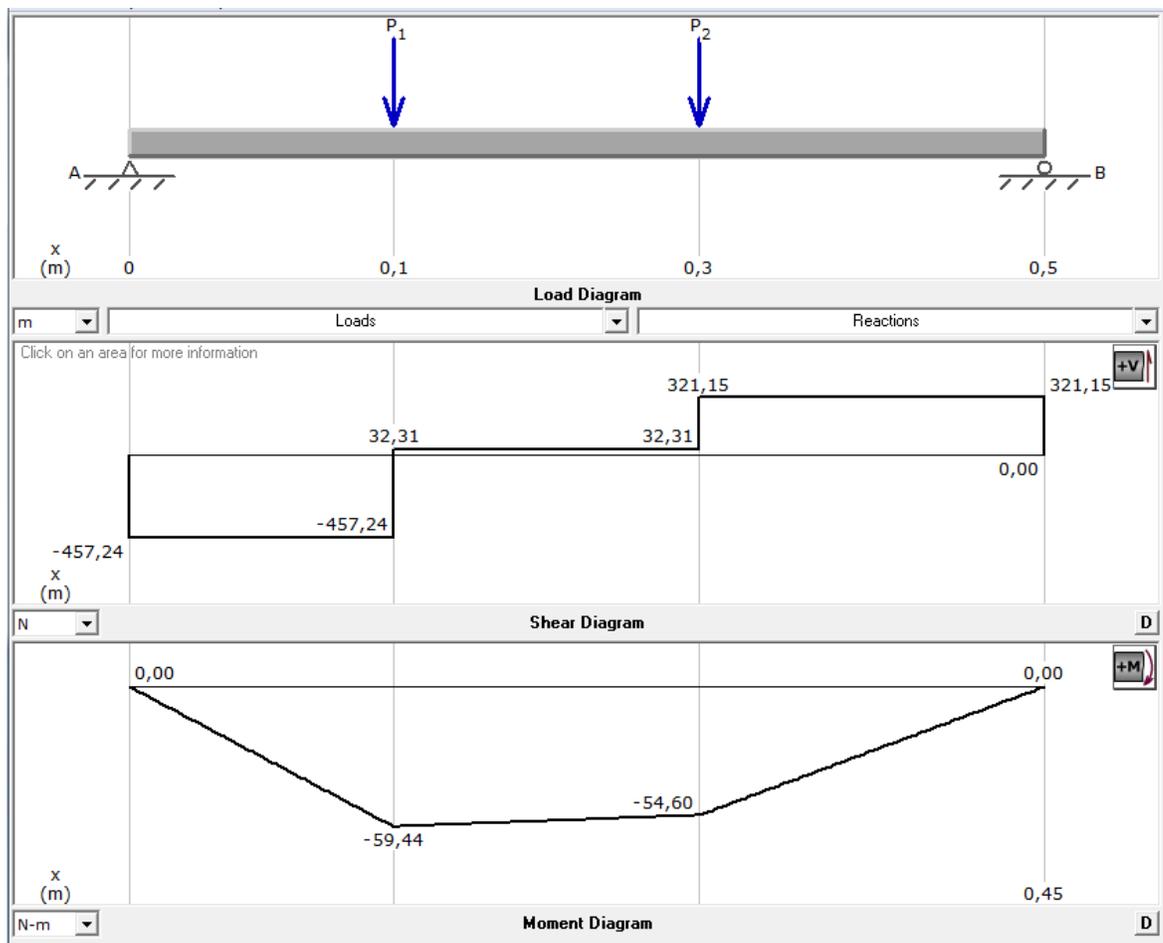


Figura 3.17 Esfuerzo cortante y momento flexionante base 2

Fuente: Los Autores

3.2.3 CÁLCULO DE ESTRUCTURA.

3.2.3.1 CÁLCULO DE COLUMNAS.

Para el diseño de columnas es necesario determinar el esfuerzo de compresión al que están sometidas y para esto es necesario conocer el área transversal del perfil a utilizar y la fuerza de compresión.

Entonces, primero se debe seleccionar un perfil para las columnas. Por fines de facilidad constructiva, costos, y disponibilidad en el mercado, se selecciona el Tubo estructural cuadrado 25x25x2 del catálogo de perfiles estructurales de DIPAC (ver ANEXO X) el mismo que posee las siguientes características.

DIMENSIONES			ÁREA	EJES X-Xe Y-Y		
A	ESPESOR	PESO	ÁREA	I	W	i
mm	Mm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm
25	2	1.47	1.74	1.48	1.18	0.92

Tabla 3.3 Características del tubo estructural cuadrado 25 x 25 x 2

Fuente: Los Autores

La fuerza más crítica de compresión que actúa axialmente sobre la columna es:

$$R_{ay} = V = 632.17 \text{ N} = 64.44 \text{ Kg} = 142.42 \text{ lb} = F_c$$

Entonces con la ecuación se procede a determinar el esfuerzo a compresión en la columna:

$$\sigma_{cm} = \frac{F_c}{A} = \frac{142.42 \text{ lb}}{0.2697 \text{ pulg}^2} \quad (3.28)$$

$$\sigma_{cm} = 528.05 \frac{lb}{pulg^2}$$

$$\sigma_{cm} = 0.528kpsi$$

Luego se determinan los coeficientes de apoyo, con la figura determinar el factor de apoyo k de la columna.

Para apoyos compuestos (abajo empotrado, arriba empernado) K=0.8, según el manual de la AISC, por tanto:

Para verificar que la relación de esbeltez máxima se cumpla, primero es necesario determinar el radio mínimo de giro según la ecuación:

$$r_{min} = \frac{\bar{I}}{A} \quad (3.29)$$

$$r_{min} = \frac{1.48}{1.74}$$

$$r_{min} = 0.9222 \text{ cm} = 0.3631 \text{ plg}$$

La longitud efectiva de la columna depende de las restricciones que posee en cada uno de los extremos, en este caso se tiene, un extremo libre y otro fijo, por lo tanto la longitud efectiva es:

$$L/3 = 1518.33 \text{ [mm]} = 59.777 \text{ [plg]}$$

Para obtener una esbeltez menor a 200 es necesario dividir la longitud efectiva en 4 partes.

Con estos valores se tiene que la relación de esbeltez es:

$$\lambda = \frac{KL}{r_{min}} < 200 \quad (3.30)$$

$$\lambda = \frac{0.8 * 59.777}{0.3631}$$

$$\lambda = 131.703$$

Por tanto la esbeltez de la columna está dentro del límite de la relación.

$$P_{cr} = F_a * A_g \quad (3.31)$$

P_{cr} = Carga crítica

F_a =Esfuerzo crítico¹⁴

A_g =Area de la sección transversal de la columna

$$P_{cr} = 8.57KSI * 0.27plg^2$$

$$P_{cr} = 2.31Klb = 10271.203N$$

Por tanto la selección del tubo cuadrado de 25x25x2 es suficiente para soportar la mayor carga que se aplicará a la columna.

3.2.3.2 ENSAMBLADO DE LA ESTRUCTURA

La estructura ha sido armada completamente por motivos de encuadre de todos sus elementos. Se la ha dividido en dos partes por falta de espacio para el ingreso de la misma al sitio de instalación.

Los cortes realizados en las columnas de la estructura están hechos evitando la parte central de las mismas, ya que en este punto se encuentra el mayor esfuerzo flexionante, además se encuentran de forma alternada para evitar sobrecarga de esfuerzos (Fig. 3.18).

¹⁴ Manual AISC Tabla C-36, pg.316

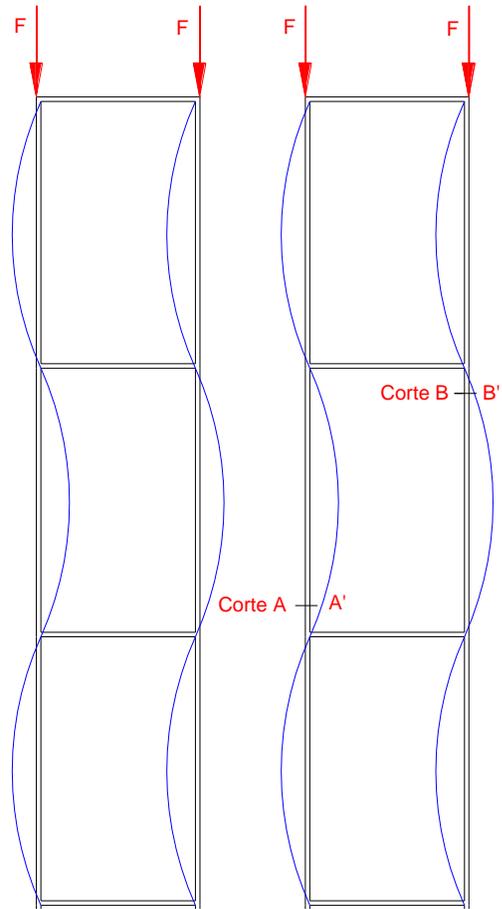


Figura 3.18 Cortes en columnas y sus esfuerzos flexionantes

Fuente: Los Autores

3.2.4 SELECCIÓN DE PERNOS

El American Institute of Steel Construction (AISC) publica los esfuerzos admisibles para pernos fabricados con aceros de grado ASTM, como los que aparecen en la tabla 3.4, estos son datos que se usan en orificios de tamaño normalizado, 1/16 de pulgada mayor que el perno y una conexión del tipo de fricción entre las partes unidas que ayuda a sostener carga cortante si existe.

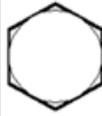
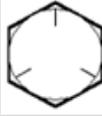
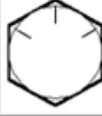
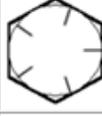
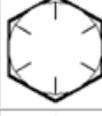
Marcado de pernos de acero grado SAE					
Número de grado SAE	Rango del diámetro [inch]	Carga de prueba [kpsi]	Esfuerzo de ruptura [kpsi]	Material	Marcado de la cabeza
1 2	$\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$ $\frac{1}{4}$ - $\frac{7}{8}$ - $1\frac{1}{2}$	55 33	74 60	Acero de bajo carbono ó acero al carbono	
5	$\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{8}$ - $1\frac{1}{2}$	85 74	120 105	Acero al carbono, Templado y Revenido	
5.2	$\frac{1}{4}$ - 1	85	120	Acero de bajo carbono martensítico, Templado y Revenido	
7	$\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$	105	133	Acero al carbono aleado, Templado y Revenido	
8	$\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$	120	150	Acero al carbono aleado, Templado y Revenido	
8.2	$\frac{1}{4}$ - 1	120	150	Acero de bajo carbono martensítico, Templado y Revenido	

Tabla 3.4 Esfuerzos admisibles y materiales de pernos

Fuente: Robert L. Mott, Diseño de elementos de máquinas, Cuarta edición, México 2006, capítulo 20, página 780.

En este trabajo los esfuerzos a los que estarán sometidos los pernos serán únicamente bajo su propio torque, ya que trabajarán como pernos de sujeción, por esta razón se seleccionarán pernos de grado SAE 8.

3.2.5 DISEÑO Y SELECCIÓN DE UNIONES SOLDADAS Y ELECTRODOS

Para diseñar uniones soldadas se utiliza un procedimiento general.

- Proponga la geometría de la unión y el diseño de los elementos que se van a unir.
- Identifique los esfuerzos que se desarrollan en la unión (flexión, torsión, cortante vertical, tensión o compresión directa)
- Analice la junta para determinar la magnitud y la dirección de la fuerza sobre la soldadura, debido a cada tipo de carga.
- Combine vectorialmente las fuerzas en la unión, o en los puntos del cordón donde las fuerzas parezcan máximas.
- Divida la fuerza máxima sobre la soldadura entre la fuerza admisible para calcular el lado requerido para el cordón.

A. Acero

Tipo de electrodo	Metales típicos que se unen (grado ASTM)	Esfuerzo cortante admisible
E60	A36, A500	18 ksi (124 MPa)
E70	A242, A441	21 ksi (145 MPa)
E80	A572, Grado 65	24 ksi (165 MPa)
E90		27 ksi (186 MPa)
E100		30 ksi (207 MPa)
E110		33 ksi (228 MPa)

Tabla 3.5 Esfuerzos cortantes admisibles sobre soldaduras de chaflán

Fuente: Robert L. Mott, Diseño de elementos de máquinas, Cuarta edición, México 2006, capítulo 20, página 784.

Espesor de la placa (pulg)	Tamaño máximo del lado, para soldaduras de chaflán (pulg)
$\leq 1/2$	3/16
$> 1/2 - 3/4$	1/4
$> 3/4 - 1\frac{1}{2}$	5/16
$> 1\frac{1}{2} - 2\frac{1}{2}$	3/8
$> 2\frac{1}{2} - 6$	1/2
> 6	5/8

Tabla 3.6 Tamaños mínimos de cordón para placas gruesas

Fuente: Robert L. Mott, *Diseño de elementos de máquinas*, Cuarta edición, México 2006, capítulo 20, página 784.

En este trabajo se utilizará placas con un espesor de menos de 3 mm, por tanto los cordones mínimos según la tabla serán de máximo 3/16 plg, y la mayoría de los componentes exceptuando los pernos y paneles de la cabina se los realizará en acero A36 y como se observa que el electrodo más favorable es E60, por tanto se utilizará soldadura tipo SMAW con electrodo E6011.

3.2.6 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE AMORTIGUAMIENTO

La norma EN 81 de ascensores prescribe el empleo de amortiguadores sobre el techo de la cabina en los ascensores de arrastre de (tambor de arrollamiento) capaces de entrar en acción cuando los amortiguadores de la parte inferior del contrapeso estén totalmente comprimidos¹⁵.

Los amortiguadores pueden ser de dos tipos:

¹⁵ books.google.com.ec/books?id=BsaqGTRli58C&dq=ascensores

- Elásticos (de caucho). Se pueden utilizar cuando la velocidad de la cabina no sobrepase los 0.60m/s
- De resorte. Se pueden utilizar en cualquier caso.

Los montacargas pueden utilizar topes elásticos.

Los amortiguadores elásticos están formados por un cilindro de caucho.

3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

3.3.1 SELECCIÓN DE MATERIALES

3.3.1.1 SELECCIÓN DEL GUARDA MOTOR

Para seleccionar un guarda motor es importante primero conocer los datos del motor que se desea proteger, los datos básicos son en nuestro caso: Potencia, Tensión, y factor de diseño, ya que el motor está diseñado bajo norma IEC. los datos son:

- Potencia: 1 HP
- Tensión: 200/460
- Factor de diseño: IEC60034

Luego, con la corriente nominal del motor, se asume la corriente de arranque que es aproximadamente seis a siete veces, para finalmente revisar en catálogos de fabricantes.

En nuestro caso se selecciona un guardamotor de 1.5 a 3 Amperios el cual es suficiente para proteger los motores de cada elevador.

3.3.1.2 SELECCIÓN DEL CONTACTOR DE FALLA DE FASE

Para proteger al motor y el equipo eléctrico es necesario tener una línea de relevadores de supervisión cuyas funciones son supervisar redes trifásicas en cuanto a secuencia de fase, falla de fase, desequilibrio de la fase de 20% y subtensión.

El contactor de falla de fase entra en funcionamiento al fallar una fase de un motor en marcha, se consideran fallos las retroalimentaciones de fases que alcanzan un 70% de la tensión de medida nominal ajustada, por tanto, ajustando un nivel de tensión de medida superior, se puede aumentar el porcentaje máximo del nivel de retroalimentación.

Para este proyecto se escoge un contactor de falla de fase ICM 402, cuyas características se presentan en el anexo XI, un esquema de conexión y funcionamiento se presenta en la figura 3.19

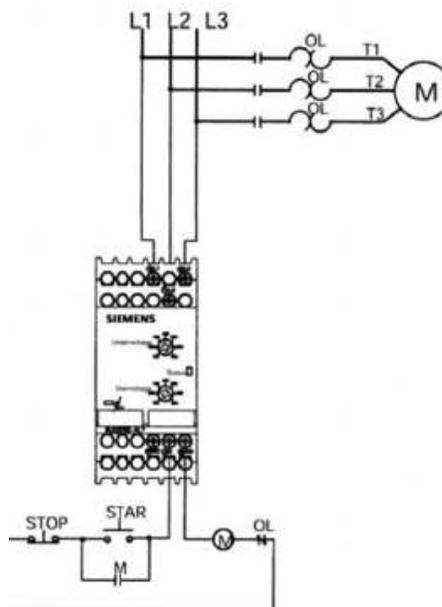


Figura 3.19 Esquema de conexión y funcionamiento de falla de fase.

Fuente: <http://www.renner.com.gt/catalogos-n/icm/Catalog-2010-LIC022-1-Spanish.pdf>

3.3.1.3 SELECCIÓN DE LOS CONTACTORES

A la hora de elegir el contactor que es necesario en un circuito de fuerza, hay que tener en cuenta dos conceptos fundamentales que son:

1. La vida útil de los contactos.
2. La categoría de empleo.

La vida útil de los contactos es el tiempo, en función del número de maniobras que efectúa el contactor, durante el cual los contactos conservan las condiciones mínimas de funcionamiento.

En función de la fuerza contra-electromotriz del motor. Aplicaciones: motores de anillos rozantes.

- Categoría AC2: esta categoría se refiere al arranque, al frenado contracorriente, así como a la marcha por impulsos de los motores de anillos. Al cierre, el contactor establece la corriente de arranque, cerca de dos veces la intensidad nominal del motor. A la apertura, debe cortar la corriente nominal con una tensión inferior o igual a la tensión de la red, tensión tanto más elevada cuanto más débil es la velocidad del motor, con lo cual la fuerza contra-electromotriz es poco elevada.
- Categoría AC3: se refiere a los motores de jaula cuyo corte se efectúa con el motor en movimiento. Al cierre, el contactor establece la corriente de arranque, que es de cinco a siete veces la intensidad nominal del motor. A la apertura, corta la corriente nominal absorbida por el motor, en el momento en que el voltaje de alimentación en las bornas de sus polos es igualmente del orden del 20% de la tensión de la red. Aplicaciones: todos los motores de jaula de ardilla corrientes, ascensores, escaleras mecánicas, compresores, etc.
- Categoría AC4: se refiere al arranque, al frenado por contra-corriente y a la marcha por impulsos de los motores de jaula. Al cierre, el contactor establece la corriente de arranque, que es de cinco a siete veces la intensidad nominal del motor. A la apertura, corta esa misma intensidad nominal a una tensión tanto más

elevada cuanto más débil es la velocidad del motor. Esta tensión puede ser igual a la de la red. Aplicaciones: trefiladoras, metalurgia, elevación, etc.



Figura 3.20 Contactor.

Fuente:http://www.quiminet.com/archivos_empresa/7956e2bc20c60db5979429303913fc22.pdf

3.3.1.4 SELECCIÓN DE RELÉS

Los relés casi siempre son utilizados para motores trifásicos asíncronos (caso de los motores "jaula de ardilla"), por lo tanto nos referiremos en particular a esta aplicación.

Esta situación es de la que el relé de sobrecarga protege. Dependiendo de cuánto tiempo el relé permita una sobrecarga de corriente antes de cortar el circuito (trip) -para que el rotor alcance la velocidad nominal-, es que los relés se clasifican en clases. Las más comunes son:

- Class 10: Permite sobrecarga por 10 segundos.
- Class 20: Permite sobrecarga por 20 segundos.

- Class 30: Permite sobrecarga por 30 segundos.

Usando un relé en conjunto con un contactores, se obtiene un partidor automático para el motor que lo activará remotamente, y además lo protegerá.

Todos los relés tienen tres polos (uno para cada fase). Además, según modelo, poseen contactos auxiliares NO y NC (normal abierto y normal cerrado) para efectos de señalización como balizas, alarmas, u otros.¹⁶

La elección del producto depende de básicamente de la corriente nominal In del motor y de la clase (Class 10, 20, 30). Por último, se debe decidir si se necesita un relé de protección diferencial o no (protección ante fallas de fase). Si no es así, se debe decidir si se requieren dos ó tres bimetales (heater), que realizan la desconexión al calentarse por la sobrecarga (el tener mas heater`s es más seguro). Por tanto para este proyecto las características del relé se muestran en el Anexo XII.

3.3.1.5 SELECCIÓN DEL PLC

Para la selección de un PLC es necesario seguir los siguientes once pasos¹⁷:

- a) Tratar de que sean de marcas reconocidas por ejemplo: SIEMENS, SAIA, OMROM, AEG, CAIPE, WEB, ISUMI, AEA, etc.
- b) En función de la cantidad de entradas/salidas digitales y entradas/salidas analógicas se puede elegir entre micro PLC, PLC compactos o PLC para usos industriales.
- c) De acuerdo al proceso a realizar verificar las limitaciones en cuanto a la cantidad de variable internas con que cada PLC puede operar.

¹⁶ <http://mx.rsdelivers.com/product/releco/c3-a30x-ac-115-v/rel%C3%A9-3pco-enchufable-11-pines-10a-110vac/0345993.aspx>

¹⁷ <http://www.xtec.cat/~jnogues%20/documents/Zelio/Cat%E1logo-Tarifa%20ZelioII.pdf>

- d) De acuerdo a la velocidad de variación de los procesos a monitorear o controlar a veces se requieren velocidades altas de proceso por lo cual se necesitara un PLC mas rápido o con módulos de entrada rápidos.
- e) Tensiones de alimentación disponibles.
- f) Capacidad de ampliación del mismo.
- g) Capacidad de comunicación y drivers incluidos para comunicación con otros dispositivos.
- h) Software incluido con la compra del PLC, debido a que muchos proveedores de PLC venden el software aparte y con precios elevados.
- i) Posibilidad de capacitación gratuita para programación y configuración.
- j) Simplicidad para la programación del mismo, distintos tipos de programación y acceso a diferentes niveles.
- k) Manuales con información y manual de programación (Escrito o PDF) de simple lectura y con ejemplos. Suelen reducir considerablemente los tiempos de programación.

En nuestro caso se utilizará un Zelio cuyas características y aspecto físico se presenta en el Anexo XIII.

3.3.1.6 SELECCIÓN DE TAMAÑO DE CABLES

El **calibre adecuado de los conductores** a ser usados en una instalación; es importante que el calibre del conductor que se utilice tenga la capacidad apropiada a la corriente que va a conducir, para así evitar que exista un sobrecalentamiento el cual provoca un aumento de su resistencia eléctrica y por lo tanto pérdidas de voltaje que evitan que funcionen correctamente los aparatos eléctricos, además, después de un cierto tiempo el aislante se daña y se originan cortos circuitos que pueden traer consecuencias mayores.

En conductores de longitud grande, tiende aumentar su resistencia, dando lugar a una caída o pérdida de voltaje aún mayor, por lo que para evitar que esto suceda, se deberá colocar un conductor con un calibre de mayor área, hasta que la caída de voltaje sea menor del 3% del voltaje de alimentación.

Los principales **requisitos que deben cumplir todo conductor** para ser utilizado en una instalación eléctrica, son los siguientes:

- Que tenga el calibre apropiado para conducir la corriente que por él va a circular,
- Que tenga un aislamiento adecuado para el voltaje, la temperatura de operación y las condiciones ambientales (un local mojado, seco, corrosivo, enterrado, etc.).
- Que tenga el calibre o tamaño suficiente para evitar una pérdida de voltaje excesiva, es decir, debe ser menor del 3% del voltaje de la fuente en cada tramo de conductor.¹⁸

Para cargas de alumbrado y aparatos electrodomésticos, el conductor deberá tener una capacidad por lo menos mayor en un 25% de la corriente nominal.

La **capacidad de corriente de un conductor**, depende de 6 factores: el calibre o sección transversal (área), el tipo de aislamiento, la temperatura de operación del conductor, la temperatura ambiente, el material del conductor y las condiciones en que se va a utilizar.

El calibre de los conductores de un circuito derivado de 15 amperes que alimenta cargas de alumbrado, deberá ser no menor del calibre 14; el calibre de los conductores de un circuito derivado de veinte amperes que alimenta a contactos normales, deberá ser calibre 12; y para alimentar contactos para aire acondicionado de ventana de hasta dos toneladas de capacidad, deberá ser calibre 10.

3.3.1.7 SELECCIÓN DE SENSORES FOTOELÉCTRICOS

En procesos industriales o en máquinas que forman parte de un proceso industrial es cotidiano encontrar, a elementos detectores de cuerpos u objetos en las diversas formas y condiciones físicas existentes en el quehacer diario de un proceso productivo industrial.

¹⁸ <http://apuntesinstalaciones.blogspot.com/>

Estos sensores usan propiedades físicas de elementos sensitivos a la luz, los cuales van cambiando en sus rasgos eléctricos según la intensidad de la luz emitida al objeto sujeto a detección. La variación de intensidad de luz que llega al elemento receptor dependerá de la presencia o ausencia del objeto a ser detectado y de las características físicas del entorno, superficie, contraste, y color en el que se encuentre.¹⁹

Esto crea una señal eléctrica que, activa una fase interna del sensor amplificándola y que finalmente generará un impulso eléctrico hacia una carga externa. con un tipo de polaridad (PNP o NPN) o una señal lineal estandarizada. (4 – 20 mA, 0 a 10 Vdc).

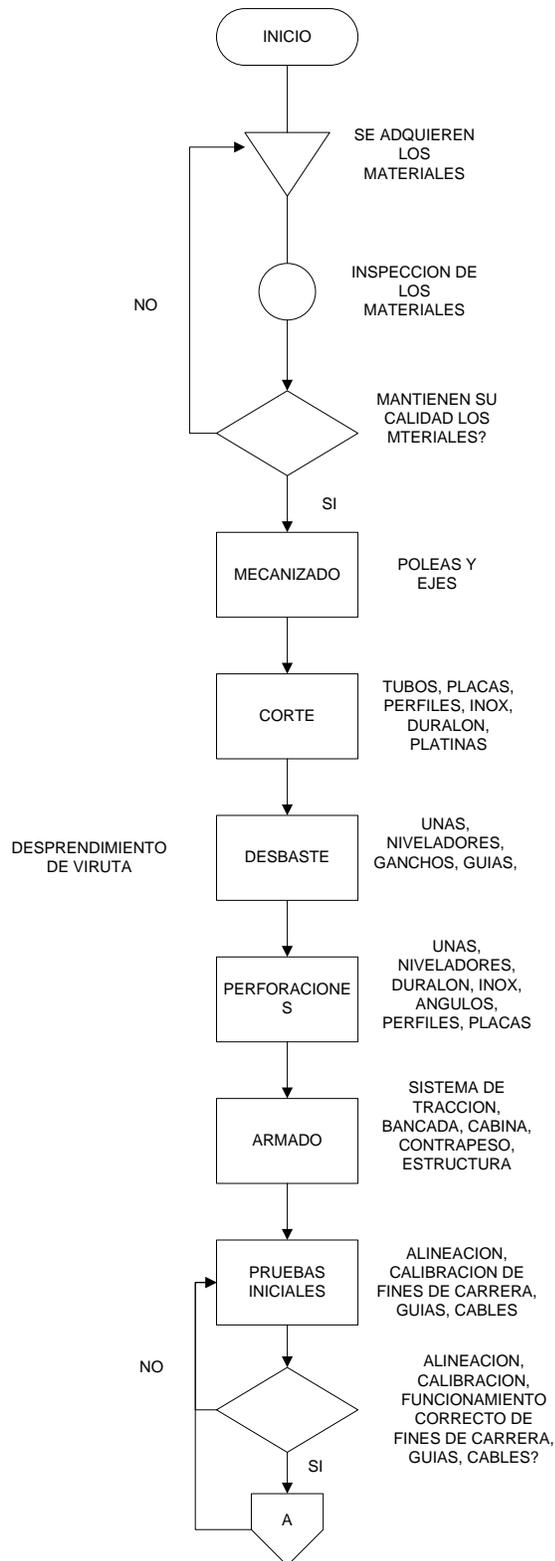
Los sensores foto eléctricos están básicamente divididos en tres grupos principales, siendo estos:

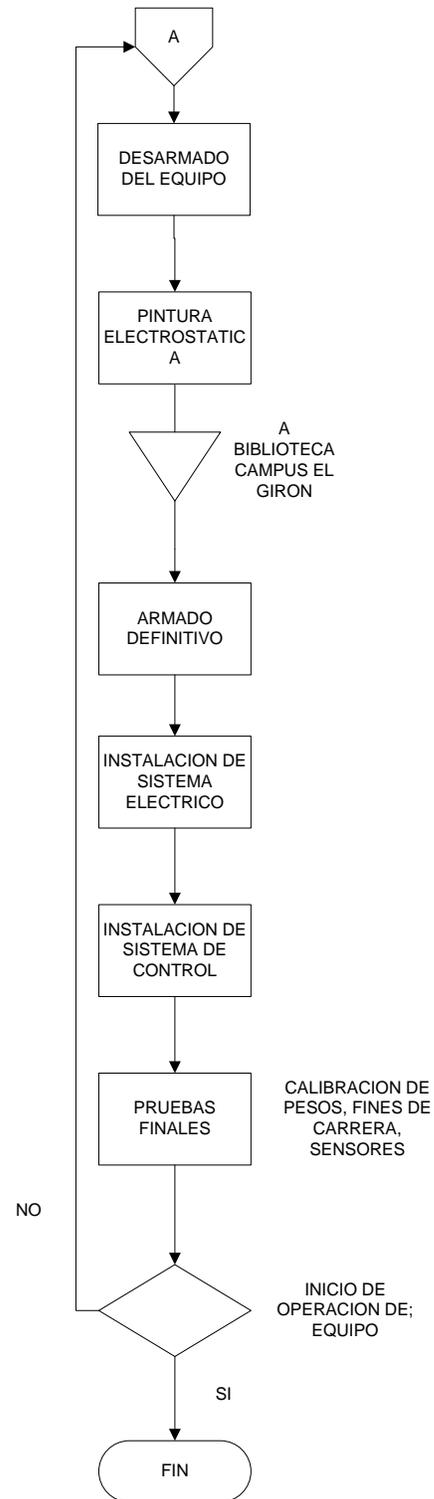
- **Sensores de detección Barrera**, también conocidos como paso de rayo o Through Beam.
- **Sensores de detección Difusa** o también conocido como de detección directa. Entre la gama de sensores avanzados que basan su principio en este tipo de sensor se encuentran a:
 - Con supresión de fondo BGS y FGS
 - De detección convergente
 - Detectores de Color RGB
 - Con dispositivo de detección posicional PSD
 - Para detección de contrastes
 - Con emisión Láser, Etc.
- **Sensores de detección Retro Reflectiva**, la cual se subdivide actualmente en otra gama de sensores avanzados que basan su principio en este tipo de sensor.
 - Polarizados.
 - Laser
 - Led

Para este caso se escoge el sensor fotoeléctrico PEN R700A, cuyas características se presentan en el Anexo XIV.

¹⁹ http://hynux.net/eng/mall/view_item.php?Lsort=5&Msort=3&Ssort=2&Xsort=0&p_id=231

3.4 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN Y PRUEBAS DE CADA EQUIPO





Fuente: Los Autores

3.5 REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO

Para la construcción es necesario realizarlo en un taller mecánico, el cual debe encontrarse bien equipado, disponer de todas las herramientas necesarias para la construcción de los elementos que componen la máquina elevadora. Se debe considerar que todos los elementos necesarios para la construcción del prototipo se encuentran con relativa facilidad en el mercado nacional.

Para la construcción de cada elemento de los elevadores se requiere de: máquinas, equipos, herramientas, materiales, instrumentos, etc.

Se detallan a continuación los equipos y maquinas necesarias:

3.5.1 MÁQUINAS Y EQUIPOS

- Soldadura SMAW
- Taladro
- Esmeril
- Entenalla
- Torno
- Fresa

3.5.2 HERRAMIENTAS

- Martillo
- Sierra de arco
- Brocas
- Escuadras
- Limas
- Llaves

3.5.3 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN

- Calibrador pie de rey
- Flexómetro
- Nivel

3.5.4 MATERIA PRIMA

- Plancha de acero inoxidable 304
- Perfil estructural tipo ángulo ASTM A36 1 x 1/8 pulgada
- Perfil estructural tipo T ASTM A36 30x3
- Perfil estructural tubo cuadrado ASTM A36 25 x 2
- Platinas ASTM A36
- Ejes acero de transmisión

3.5.5 ELEMENTOS NORMALIZADOS Y SELECCIONADOS

- Motoreductor VARVEL con electrofreno de un HP
- Pernos y tuercas
- Arandelas planas y de presión
- Cable de acero para elevadores

3.5.6 ELEMENTOS A CONSTRUIR

- Equipo de tracción
- Estructura
- Cabina
- Contrapeso
- Sistema de amortiguación

3.6 MONTAJE

La secuencia de montaje es:

- Colocar la estructura y armar las dos mitades con los pernos, arandelas y tuercas respectivas.
- Colocar el motoreductor, ejes, poleas, chumaceras en la bancada.
- Colocar y alinear las rieles T y rieles de contrapeso.
- Instalar la cabina y el contrapeso en su sitio.
- Ubicar el cable elevador y templar desde la cabina hasta el contrapeso.
- Instalar todos los sistemas eléctricos y de seguridad en todo el equipo.
- Se coloca todas las señales respectivas en todo el equipo y en el tablero de control para fácil ubicación.

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE COSTOS

En el presente capítulo se entrega información relacionada con los costos de construcción de los elevadores, obtenidos a través de la investigación y desarrollo del diseño propuesto.

Es importante señalar que el proyecto en su totalidad es financiado por la Universidad Politécnica Salesiana, fondos con los cuales se logró realizar la adquisición de la materiales e insumos necesarios para el desarrollo del proyecto.

4.1 COSTOS DIRECTOS

4.1.1 COSTOS DE MATERIALES E INSUMOS UTILIZADOS

Ítem	Descripción	Especificaciones	Dimensiones	Cantidad	Costo Total
PARTE MECÁNICA					
1	Eje de tracción y reenvío	Acero de transmisión	φ=1 1/8"	6,71 kg	15,56
2	Eje de reenvío	Acero de transmisión	φ=1 1/8"x290mm	2	7,29
3	Poleas de reenvío	Acero de transmisión	φ=4"	5,8 kg	15,47
4	Polea de reenvío	Acero de transmisión	φ=4" x 40mm	2	14,73
5	Poleas de tracción	Acero de transmisión	φ=8"	22,45 kg	77,89
6	Bocín de poleas	Acero de transmisión	φ=1 1/2"	2 kg	4,68
7	Bocín de poleas	Acero de transmisión	φ=1 3/4"x55mm	2	3,42
8	Ganchos	Acero de transmisión	φ=5/16"	1,2 kg	2,78
9	Guías de contrapeso	Duralón	φ=20mm	0,22 kg	3,26
10	Guías de la cabina	Duralón	25 x 50 mm	0,35 kg	10,21
11	Cabina	Inox 304 Mate	1220x2440mm	1	102,23
12	Guías Cabina	Te	1 1/4 x 1/8"	4	43,4
13	Estructura	Tubo cuadrado	1" x 2mm	12	136,05
14	Guías contrapeso	Varilla redonda lisa	φ=4,5 mm	4	3,57
15	Uñas, fines de carrera..	Pletina	1x1/8"	2	8,86
16	Contrapeso	Canal U	50x25x3	3,20 m	8,84
17	Refuerzo cabina	Canal U	50x40x3	2 m	2,52
18	Alza	Tubo cuadrado	1 1/4 x 2mm	0,60 m	1,99
19	Camisa guía contrapeso	Tubo redondo	φ=3/4	0,6 m	0,66
20	Bancada	Perfil G	150x2 mm	2 m	10,32
21	Bancada	Perfil G	100x2 mm	2 m	8,57
22	Base bancada	Angulo	30x3 mm	2,50 m	4,76
23	Porta guías	Plancha	3 mm espesor	2,88x2,72	11,01
24	Sistema de tracción	Chumaceras de piso	1"	10	48,28
25	Sistema de tracción	cable de acero	3/16"	20 m	11,96
26	Sistema de tracción	Grilletes	3/16"	35	11,2
27	Guías contrapeso	Templadores		4	2,52
28	Chavetas	Barra de chavetas	M8x8x150	4	9,6
29	Base Amortiguación	Canal U	100x2	0,23m	1,12
30	Base Amortiguación	Angulo	1x1/8"	0,16m	0,81
PERNERÍA					
31	Niveladores	Perno	M10x1,5x50	10	1,47
32	Niveladores	Tuerca	M10x1,5x50	20	2
33	Motoreductor	Perno	M8x1,25x40	10	0,75
34		Tuerca	M8x1,25	55	2,75
35	Chumaceras	Perno	M12x1,75x25	10	1,39
36	Chumaceras	Tuerca	M12x1,75	15	4,35
37	Cabina	Perno	M6x16	110	2,81

38	Cabina	Tuerca	M6	110	2,54
39	Guías Cabina	Perno	M5x0,8x40	20	1,4
40	Guías Cabina	Tuerca	M5x0,8	20	0,2
41	Chumaceras	Perno	M12x1,75x50	5	1,8
42	Bancada	Perno	M8x1,25x30	10	0,62
43		Arandela Plana	3/16"	20	0,4
44	Uñas	Perno	M6x1.00x20	35	1,75
45	Fines de carrera	Perno	M6x16	50	6
46	Fines de carrera	Arandela presión	M6	15	1,67
47	Bancada	Arandela presión	5/16"	25	0,75
48		Arandela presión	3/8"	15	0,6
49	Cabina	Arandela presión	M6	40	2
50	Chumaceras	Arandela presión	1/2"	8	1,3
51	Cabina	Arandela presión	1/4"	56	2,24
52	Chumaceras	Arandela presión	1/2"	4	0,65
53	Motoreductor	Arandela presión	5/16"	8	0,48
54	Bancada	Arandela presión	5/16"	3	0,18
55	Chumaceras	Arandela Plana	M12	12	0,72
56	Motoreductor	Arandela Plana	M8	16	0,64
57	Uñas , cabina	Arandela Plana	M6	100	3
58		Arandela Plana	7/16"	4	0,4
59		Arandela Plana	5/16"	3	0,12
60	Chumaceras	Arandela Plana	1/2"	8	0,64
61	Chumaceras	Pernos	M12x12,5	12	7,2
62		Pernos	M8x40	32	12,8
63		Pernos	M12x75	2	2,38
64		Tuerca	M12	2	0,58
65		Pernos	M12x50	8	7,04
66		Tuerca	M12	8	2,32
67	Uñas	Perno	M6x16	56	5,6
68	Chumaceras	Perno	M12x75	2	2,38
69	Chumaceras	Perno	M12x50	2	1,76
70	Bancada	Perno	M8x70	3	1,44
71	Bancada	Tuerca	M8	3	0,36
72	Poleas	Perno prisionero	M6x8mm	5	0,3
73		Tuerca	M6	56	3,36
74		Perno	M6x20	8	1,44
75		Tuerca	M6	8	0,48
76		Taco plástico	F6	8	0,08
77		Taco plástico	F8	8	0,16
78		Tornillo cole pato	1x8	8	0,24

79		Tornillo cole pato	1/2x12	8	1,2
80		Tornillo cole pato	¼"	100	3
81		Remache	4x12	20	0,6
RECUBRIMIENTO					
82	Equipo 1 y 2	Novokor abedul	2,15x2,44x9	6	318,79
83		Novokor abedul	2,15x2,44x15	2	121,17
84		Filo PVC	22mm	156m	48,57
85		Angulo Repisa	4"	2	5,06
86		Tapa Tornillos	Cerezo	3	4,20
87		Chapa de cajón		5	26,81
88		Bisagra	Semicodo	8	6,98
89		Bisagra	De piano	1	14
90		Tiradera	negra 19cm	4	1,07
91		Perno	Tiradera	8	0,57
PARTE ELÉCTRICA					
92	Tablero de control y sistema eléctrico	Guarda motor	4 - 6 A	2	103,76
93		Guarda motor	1,6 - 2,5 A	1	51,88
94		Contactador GMC 220V	7,5HP-5,5 KW	4	78,04
95		Contactador GMC 220V	5HP-4.5KW	2	34
96		Relé	4NC 4NA 6ª	8	72,8
97		Base de relé		8	43,2
98		Canaleta ranurada	25x40	2	9,3
99		Canaleta ranurada	25x25	4	15,4
100		Terminales	10-12 Ojo 3/16	22	2,12
101		Terminales	18-22 Ojo 3/16	58	2,61
102		Terminales	14-16 Ojo	1	5
103		Terminales	18-22 U 3/16	30	1,23
104		Cable Flexible	N.-18	320 m	59,2
105		Cable Flexible	N.-10	52,8m	47,02
106		Cable Flexible	N.-16	65 m	16,9
107		Caja Liviana	60x40x20	2	90,15
108		M.G. Break	1x6A	6	42,82
109		M.G. Break	3x20A	1	15,65
110		Riel Ranurada	35mm	2	5,54
111	ICM 3F.	190-240V	2	118,3	
112	Amarras	4,6 mm	100	3,7	
113	Cinta espiral	1/4"	10 m	1,56	
114	Taco Fisher	N.-6	40	0,28	
115	Tornillo cole pato	8x1"	40	0,8	
116	Taco Fisher	N.-10	12	0,3	
117	Tirafondo	1/4x1 1/2"	12	0,72	

118		Tubería BX	3/4"	7m	18,58
119		Conector BX	3/4"	10	12,5
120		Borneras	Cable 8 10 ^a	1	0,7
121		Borneras	N.-18	10	6,5
122		Borneras	12P 15 ^a	4	8,5
123		Borneras	2,5 mm 20 A	10	10
124		Micro switch	TMJ2	8	41,95
125		Cable sucre	4x18	17 m	21,66
126		Caja de botonera	3 huecos 22mm	3	8,85
127		Pulsador	verde led 22 mm	8	230,4
128		Pulsador	Rojo 22mm	4	36,8
129		Pulsador	verde 22mm NA	2	18,4
130		Pulsador	Verde 1NA 22mm	1	1,65
131		Bloque Contacto	ZBE-101 N.A.	5	17
132		Selector	2 posiciones 22mm	2	26,2
133		Luz piloto	verde led 22 mm	2	3,7
134		Luz piloto	Roja led 22 mm	2	3,7
135		Caja de paso	100x100x70mm	1	3,44
136		Caja plástica	100x100x55mm	2	5,76
137		Cinta Templex	3/4x20	1	0,68
138		Masking	1"x24mm	1	1,05
139		Zelio	SR2-A201	2	448,55
140		Cable de datos Zelio	SR2-USB01	1	106,5
141		Sensores Difusores	PENR700A	6	480
142		Motoreductor	1HP-1700rpm	2	1386
OTROS					
143	Base de Amortiguadores	Pintura	Negra	1 lt	3,57
144	Soldadura	Electrodos	308L	1/2 kg	11,83
145	Soldadura	Electrodos	6011	2 kg	7,41
146	Guías	Grasa		1 lb	3,45
				Subtotal	4978,73
				IVA 12%	597,45
				Total	5576,18

Tabla 4. 1 Costos de materiales e insumos utilizados

Fuente: Los Autores

El total de los materiales e insumos utilizados es \$5576 18/100 dólares americanos.

4.2 COSTOS INDIRECTOS

4.2.1. Costos indirectos de fabricación (insumos)

<i>Ítem</i>	<i>Especificaciones</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Costo Total</i>	
1	Cinta doble faz	5mx1	1	2,64	
2	Broca	5mm	1	0,55	
3	Broca	3mm	1	1,2	
4	Broca	4mm	1	0,43	
5	Broca	1/4"	1	0,98	
6	Broca	5 mm	1	0,45	
7	Vela de cebo		1	0,44	
8	Lijas	N. 100	2	0,7	
9	Sierras		3	4,02	
10	disco de lija		1	4,46	
11	Spray	negro mate	1	2,45	
12	Piedra esmeril		1	3,5	
13	Multímetro		1	5,9	
				Subtotal	27,72
				IVA	
				1	
				2	
				%	3,33
				Total	31,05

Tabla 4. 2 Costos indirectos de fabricación

Fuente: Los Autores

4.3 COSTO POR CARGA FABRIL

<i>Ítem</i>	<i>Descripción</i>	<i>Especificación</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Costo Total</i>
1	Mecanizado de partes	Polea de tracción	2	190
2		Polea de reenvío	4	320
3		Ejes	6	180
4		Guías duralón contrapeso	8	60
5		Porta guías contrapeso	8	48
6		Guías duralón cabina	8	74
7		Paneles de cabina	Corte en plancha INOX 304	10
8		Plegado de plancha INOX 304	52	52
9	Contrapesos	Planchas de contrapeso	22	139,64
10	Pintura electrostática	Estructuras, bancada, poleas		158,03
11	Tropicalizado	Fines de carrera	6	10
12	Señalización	Placas botoneras	4	70
13		Tablero de control (Nomenclatura)	20	90,64
14		Seguridad	4	6
15		Publicación de peligro	4	11,35
16		Adhesivo	3	5,91
17	Sistema Amortiguación	Tacos de caucho	2	50
18	Recubrimiento	Servicio de laminado	107m	20,22
19	Instalación de recubrimiento	Puertas, chapas, tiraderas, paneles de madera.		220
20	Cortes madera	Servicio de corte	1	2
21	Transporte de madera al sitio de instalación		1	10
22	Instalaciones	Diseño e instalación eléctrica y de control	2	760
23	Ajustes	Recorte pasamano	1	40
			Subtotal	2534,43
			IVA 12%	304,13
			Total	2838,56

Tabla 4. 3 Costo por carga fabril.

Fuente: Los Autores

4.4 RESUMEN DE COSTOS

<i>Descripción</i>	<i>Valor total</i>
Costos directos.	5576,18
Costos indirectos	31,05
Costo por carga fabril.	2838,56
TOTAL	8445,79

Tabla 4. 4 Resumen de costos

Fuente: Los Autores

El costo total de los equipos elevadores para la Universidad Politécnica Salesiana Campus El Girón es de: \$ 8445,79

CONCLUSIONES

- De acuerdo con las alternativas mencionadas en el capítulo II, se concluye que la mejor opción para estos equipos tienen las siguientes características: equipo con sistema de cabina-contrapeso, su sistema de seguridad se basa en sensores fotoeléctricos ubicados en la parte superior de la cabina y sin puertas, características que en nuestro caso ha simplificado la fabricación y montaje de los equipos.
- Se ha hecho hincapié en el diseño mecánico del elevador pero sin prescindir de los conocimientos eléctricos y electrónicos, puesto que las ramas de mecánica y electricidad-electrónica cada día están más interrelacionadas. Por esto, a pesar de realizar este proyecto a nivel mecánico, se debería realizar el diseño detallado de todos los circuitos y componentes eléctricos y electrónicos por parte de ingenieros especialistas en estas ramas.
- Durante la planificación, fabricación, pruebas de funcionamiento, instalación y entrega de los equipos elevadores, el factor seguridad ha sido un parámetro importante, por lo cual hemos optado por colocar sistemas adecuados en los mismos, los cuales ayudaran al mejor funcionamiento del equipo y sobre todo brinda seguridad al usuario.
- Para la construcción de cualquier tipo de elevadores es necesario conocer las dimensiones del espacio físico donde se ubicará el equipo y luego determinar el sistema de izaje que se va a utilizar, para finalmente definir las dimensiones máximas que tendrán los componentes de los elevadores.
- Los equipos poseen una presentación que guarda armonía con el entorno en cuanto al color, tipo de material y acabado de los equipos.

RECOMENDACIONES

- Es muy importante la seguridad en el equipo para esto se encuentra en funcionamiento los sensores fotoeléctricos, es recomendable que si el equipo no va tener un sistema de puertas, los sensores deben ser colocados preferentemente en cada uno de los agujeros de parada de la cabina mas no en la cabina misma, porque el momento en que la cabina responde una llamada los sensores pierden funcionalidad durante todo el recorrido hasta llegar a su posición final, mientras que colocándolos en los agujeros de parada si algún objeto o persona ingresara al foso, los sensores suspenderían el movimiento de la cabina hasta que se haya retirado el obstáculo y luego se lo reanudaría de inmediato sin cancelar el llamado.
- La velocidad ha sido un parámetro el cual lo hemos definido a partir de la velocidad del equipo que se encontraba anteriormente, sin embargo, el personal que hace uso diario de los equipos afirman que si la velocidad hubiese sido incrementada habría sido mucho mejor.
- Si existiera un mal funcionamiento, daño o ruptura de algún elemento de los equipos, nunca se debe remplazarlos con otros que no se ajusten estrictamente al que corresponda, desde el punto de vista de las características técnicas de los mismos
- Es necesario tomar en cuenta que si se realiza algún tipo de modificación, ésta disminuye la eficiencia del equipo, así como puede ocasionar un mal funcionamiento entre cabina y contrapeso.
- Se debe realizar un correcto mantenimiento de elevadores, se debe tener claro que el mantenimiento debe ser del tipo preventivo, por esta razón es necesario exigir periódicamente el control de buen funcionamiento, y ante la menor falla, proceder a la reparación o reemplazo según corresponda.

- La ubicación de los elevadores ha sido discutida a través de los dirigentes e incluso aprobación de solicitudes previas, pero al socializar los resultados de la culminación de la construcción e instalación de los equipos se ha mencionado en varias ocasiones la posibilidad de colocar ambos equipos con la vista hacia el pasillo, con esta posibilidad de hubiese logrado elaborar un elevador con sistema dúplex, con mayores e iguales dimensiones de cabina.
- La lubricación es muy importante para el libre deslizamiento de la cabina, por esto se debe procurar mantener bien lubricado las guías de la cabina.
- Para un buen funcionamiento de los elevadores, es necesario que se cargue con el peso establecido en las placas ubicadas arriba de las botoneras en este caso 25 kg, si se pasa de este peso el equipo no podría funcionar.

BIBLIOGRAFÍA

TEXTOS

A MIRAVETE, Emilio Larrodé. *Elevadores: principios e innovaciones*. Primera edición. México: Reverte, 2007. 480 páginas. ISBN: 9788429180121

MOTT, Robert L. *Diseño de elementos de máquinas*, Cuarta edición, México 2006, Pearson educación, 872 páginas. ISBN: 978-970-26-0812-7

SHIGLEY BUDYNAS, Richard G. *Diseño de ingeniería mecánica*, Octava edición, Mc Graw Hill

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *Código de dibujo técnico mecánico*, Ecuador, comisión panamericana de normas técnicas 1981, 146 paginas

LARBURU ARRIZABALAGA, Nicolás, *Máquinas prontuario*, Decima tercera edición, España, Paraninfo

PAGINAS ELECTRÓNICAS

<http://www.schneider-electric.com>

<http://www.melco.es/grupo-tractor.html> Octubre 2011

http://www.depáginas.com.ar/fotosde_Cables_de_acero Octubre 2011

<http://mantenimientoascenfroyca.blogspot.com/2011/05/caracteristicas-tablero-de-control.html>

http://www.emc.uji.es/d/mecapedia/calculo_resistente_de_chavetas.htm

http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_mecanica/chavetas/default2.asp

<http://www.renner.com.gt/catalogos-n/icm/Catalog-2010-LIC022-1-Spanish.pdf>

http://www.quiminet.com/archivos_empresa/7956e2bc20c60db5979429303913fc22.pdf

<http://mx.rsdelivers.com/product/releco/c3-a30x-ac-115-v/rel%C3%A9-3pco-enchufable-11-pines-10a-110vac/0345993.aspx>

<http://www.xtec.cat/~jnogues%20/documents/Zelio/Cat%20Ellogo-Tarifa%20ZelioII.pdf>

<http://apuntesinstalaciones.blogspot.com/>

http://hynux.net/eng/mall/view_item.php?Lsort=5&Msort=3&Ssort=2&Xsort=0&p_id=

<http://www.acermet.cl/aceros-inoxidables-bobinas-y-planchas.htm>

http://www.corcel.com.pe/catalogo_aceros_industriales.html

<http://www.ipac-acero.com/ipac/pfen004.html>

ANEXOS

ANEXO I: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE PLANCHAS INOX ²⁰

PESOS TEÓRICOS DE BOBINAS Y PLANCHAS DE ACERO INOXIDABLE POR FORMATO							
ESPESOR (mm)	PESO/mt (Kg)	BOBINAS		PLANCHAS			
		1000-Rollo (Kg/mt)	1500-Rollo (Kg/mt)	1000x2000 (Kg)	1000x3000 (Kg)	1500x3000 (Kg)	1500x6000 (Kg)
0.3	2.4						
0.4	3.2	3.2					
0.5	4.0	4.0		8.0	12.0		
0.6	4.8	4.8	9.6	9.6	14.4		
0.8	6.4	6.4	9.6	12.8	19.2	28.8	
1	8.0	8.0	12.0	16.0	24.0	36.0	
1.2	9.6	9.6	14.4	19.2	28.8	43.2	
1.5	12.0	12.0	18.0	24.0	36.0	54.0	
2	16.0	16.0	24.0	32.0	48.0	72.0	
2.5	20.0	20.0	30.0	40.0	60.0	90.0	
3	24.0	24.0	36.0	48.0	72.0(*)	108.0	
4	32.0				96.0	144.0	288.0
5	40.0				120.0	180.0	360.0
6	48.0				144.0	216.0	432.0
8	64.0				192.0	288.0	576.0
10	80.0					360.0	720.0
12	96.0					432.0	864.0
16	128.0					576.0	1152.0
20	160.0					720.0	1440.0
25	200.0					900.0	



²⁰ <http://www.acermet.cl/aceros-inoxidables-bobinas-y-planchas.htm>

ANEXO II: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE ÁNGULOS²¹

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES

SISTEMA METRICO						
DIMENSIONES (pulg.)					PESO ESTIMADO	
					Kg/m	Kg / 6m
20	x	20	x	2.0	0,565	3,39
25	x	25	x	2.0	0,723	4,34
30	x	30	x	2.0	0,915	5,49
20	x	20	x	2.5	0,736	4,416
20	x	20	x	3.0	0,871	5,226
25	x	25	x	2.5	0,932	5,592
25	x	25	x	3.0	1,106	6,636
25	x	25	x	4.5	1,606	9,636
25	x	25	x	6.0	2,070	12,420
30	x	30	x	2.5	1,128	6,768
30	x	30	x	3.0	1,341	8,046
30	x	30	x	4.5	1,959	11,754
30	x	30	x	6.0	2,541	15,246

²¹ http://www.corcel.com.pe/catalogo_aceros_industriales.html

ANEXO III: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE CANALES²²

IPAC Por los caminos del acero!

Google™ Búsqueda personalizada **BUSCAR** **Duferco**

NUESTROS PRODUCTOS

TUBERÍA ESTRUCTURAL CARPINTERÍA METÁLICA PLANCHAS GUARDAVIAS PLANCHAS ESPECIALES

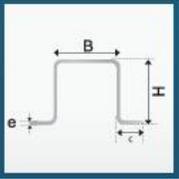
PERFILES ESTRUCTURALES Seleccione una categoría >

Correas Canales Angulos Omegas

OMEGAS



DIMENSIONES			ESPESOR	PESO	AREA
H	B	c	e	P	A
mm	mm	mm	mm	Kg/6m	cm ²
35	50	20	2.00	15.00	3.18
50	50	20	2.00	16.38	3.48
75	50	20	3.00	27.00	5.73
75	50	20	2.00	18.72	3.97
100	50	20	3.00	30.54	6.48
100	50	20	2.00	21.12	4.48



Largo Normal: 6 m
 Recubrimiento: Negro o Galvanizado
 Norma de Fabricación: NTE INEN 1623
 Calidad de Acero: ASTM A 36
 ASTM A 572 Gr. 50
 Observaciones: Otras dimensiones y largos previa consulta

Usos: Estructuras, Cubiertas, Postes de señalización, de tránsito, Carrocerías

Descargue catálogo 

²² <http://www.ipac-acero.com/ipac/pfen004.html>

ANEXO IV: SELECCIÓN DEL MOTOREDUCTOR



Reductores Serie RS y RT

Tornillo sin fin RS

Dimensiones

RS	28	40	50	60	70	85	110	130	150
A ₁	52	70	85	95	120	140	200	235	260
AA	99	138	163	192	221	252	342	400	454
B	78	102	119	136	#	168	200	230	250
B ₁	66	84	99	111	116	140	162	190	210
C	30	41	49	60	60	61	77,5	90	105
C ₁	26,5	26	30,5	39	37,5	38,5	52,5	85	100
D ^(H7)	14	19	24	25	28	32	42	48	55
D* ^(H7)	---	18	25	---	30	35	---	---	---
D ₂ ^(H6)	9	11	14	19	19	24	28	38	42
E	34	50	61	70	80	98	125	143	168
F	70	140	160	180	200	200	250	300	350
F ₁	5,5	7	9	11	11	13	14	15	19
G ^(H8)	40	95	110	115	130	130	180	230	250
G ₁ ^(H8)	42	60	70	70	80	110	130	180	180
H	52	71	85	100	115	135	172	200	230
H ₁	47	67	78	92	106	117	170	200	224
H ₂	9	15	17,5	21,5	19	26,5	25	25,5	38
H ₄	40	50	60	72	86	103	142	159	183
I	28	40	50	60	70	85	110	130	150
K	57,5	70,5	83-88*	93-94*	117-118*	134-137*	151-153*	165-166*	191-211*
L	20	23	30	40	40	40	60	80	100
M	50	65	75	87	110	123,5	146	166	195
M ₁	16,3	21,8	27,3	28,3	31,3	35,3	45,3	51,8	59,3
M ₂	10,2	12,5	16	22,5	22,5	27	31	41	45
N ₁	5	6	8	8	8	10	12	14	16
N ₂	3	4	5	6	6	8	8	10	12

P	82	91,5	116	91,5	116	111	100	116	111	100	150	150	150	160
P ₁	94	100	102	100	102	118	150	102	118	150	200	200	234	250
P ₂	41	42,5	56	42,5	56	51	39	56	51	39	72,5	72,5	60	55
R	115	130	150	130	150	165	165	150	165	165	215	215	265	300
R ₁	83	85	85	85	85	100	130	85	100	130	165	165	215	215
S	38	49	57,5	49	57,5	57	56,5	57,5	57	56,5	74,5	74,5	87	102
S ₁	9	12	12	12	12	14	15	12	14	15	17	17	19	20
S ₂	2	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	2,5	3	3	2,5	2,5	5	5
U	6	10	10	10	10	12	6	10	12	6	5	5	5	6
V	9 (4)	9 (4)	11 (4)	9 (4)	11 (4)	13 (4)	13 (4)	11 (4)	13 (4)	13 (4)	15 (8)	15 (8)	15 (8)	19 (8)
V ₁	M6x9 (4)	M8x12 (4)	M8x15 (4)	M8x12 (4)	M8x15 (4)	M8x18 (8)	M10x2 (8)	M8x15 (8)	M8x18 (8)	M10x2 (8)	M12x2 (8)	M12x2 (8)	M12x2 (8)	M14x3 (8)
V ₂	M4x10	M4x10	M4x10	M6x15	M6x15	M6x15	M6x15	M8x20						
Y ₁	105	105	105	120	120	120	120	140	140	140	140	140	200	200
Z	10	10	11	10	11	14	14	11	14	14	16	16	18	20

- 137 - Patas atomillados - 142 - Patas integrales
D* - Hueco sobre demanda
V₁ - 90° para RS28
(*) - IEC71-B14 (FRA 71/....) - IEC100-B5 (FRA130) - IEC100-B5 (FRA150)
Dimensiones motores: ver página 33
Dimensiones sin compromiso

ANEXO VI: COEFICIENTE DE SEGURIDAD PARA CABLE

Órganos de tracción y de sustentación		CUERDAS DE FIBRA SINTÉTICA DIMENSIONES, PESO APROX. Y CARGAS DE ROTURA						TABLA 3.9	
Dimensiones			Cuerdas de polipropileno		Cuerdas de polipropileno		Cuerdas de polipropileno		
Diámetro mm.	Circunferencia mm.	polímetro	Peso aprox. por 100 m.	Carga de rotura	Peso aprox. por 100 m.	Carga de rotura	Peso aprox. por 100 m.	Carga de rotura	
			kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	
5	16	⅝	1,22	246					
6	19	⅞	1,82	348			2,13	610	
7	22	⅞	2,50	474	2,20	680	2,88	825	
8	25	1	3,20	600	3	900	3,78	1090	
10	31	1 ⅝	5,00	900	4,50	1360	5,85	1700	
12	38	1 ⅞	7,30	1500	6,50	1925	8,46	2500	
14	44	1 ⅞	9,70	1900	9	2600	11,52	3500	
16	51	2	12,80	2400	11,50	3300	14,94	4300	
18	57	2 ⅝	16,10	2940	14,75	4300	18,90	5450	
20	63	2 ⅞	20,00	3420	18	5300	23,40	6750	
24	76	3	29,00	5000	26	7600	35	10000	
26	82	3 ⅝	34,00	5850			39,60	11500	
28	89	3 ⅞	40,00	6700	35,50	10200	45,90	13000	
30	95	3 ⅞	45,30	7800			52,65	14500	
32	102	4	52,00	8900	46	12700	64	16800	
36	114	4 ⅝	65,00	11000	58,50	16250	75,50	20000	
40	127	5	80,00	12500	72	19250	95	25600	
44	140	5 ⅝	97,00	13900	88	23500	113,50	29000	
48	152	6	115,00	16900	104	27500	135	34000	
52	165	6 ⅝	135,00	20200	122	32500	157,50	40000	
56	177	7	157,00	24000	142	37500	185	45000	
60	190	7 ⅝	180,00	28500	163	41750	209	52000	
64	203	8	205,00	32000	185	47750	240	61200	
72	228	9	259,00	42000	234	60000	302	73000	
80	254	10	320,00	50000	290	73000	373	89000	

302

Órganos de tracción y de sustentación		— CABLES FLEXIBLES DE ACERO —	
Cables cilíndricos de acero, flexibles, para aparatos de arrastre y de elevación			
Los cables flexibles de acero para aparatos de arrastre y de elevación, generalmente están formados por seis u ocho cordones de alambres de diámetro pequeño y un alma de cáñamo. Los alambres están fabricados con aceros especiales, empleándose comúnmente los de 130, 160 y 190 kg/mm ² de resistencia a la rotura por tracción.			
En las Tablas 4.9 y 4.9 se exponen características de composición (forma), y la resistencia a la rotura por tracción, de cables de acero normalizados, utilizados en aparatos de arrastre y de elevación de cargas.			
Según su aplicación, considerando cargas y servicio, se dispone:			
Grupo I, cables sometidos a cargas parciales y servicio poco frecuente.			
Grupo II, cables sometidos a cargas totales y servicio normal.			
Grupo III, cables sometidos a cargas totales y servicio frecuente.			
El coeficiente de seguridad s a la rotura de los cables, se establece:			
Grupo I, $s = 6 - 7$			
Grupo II, $s = 7 - 8$			
Grupo III, $s = 8 - 10$			
El diámetro del cable se hace:			
$d = k \sqrt{T}$ siendo:			
T , la carga total o tracción a que está sometido el cable.			
k , un coeficiente, que se dispone de:			
$k = 0,32 - 0,34$ para el grupo I.			
$k = 0,34 - 0,36$ para el grupo II.			
$k = 0,36 - 0,39$ para el grupo III.			
El diámetro de las poleas y del tambor de arrollamiento del cable, resulta:			
$D = s \sqrt{T}$			
En la Tabla 5.9 se especifican dimensiones normalizadas de poleas y tambores para arrollamiento de cables de acero.			
Ejemplos 1.º. — Cable de acero para un ascensor; peso de la cabina y carga suspendida, $G = 750$ kg.			
Considerando el rendimiento del ascensor, $\eta = 0,95$ (por rozamientos).			
$G = 750 \times \frac{1}{0,95} = 790 \text{ kg.}$			
Estimando el servicio un tanto constante y carga parcial, se toma $s = 7$ (grupo II).			
La carga de rotura será $T = 790 \times 7 = 5530$ kg.			
El diámetro del cable, $d = 0,33 \sqrt{5530} = 9,2$ mm.			
Según la Tabla 4.9 se tomará cable A de 9,5 mm \varnothing y 180 kg/mm ² , de 5800 kg de resistencia a la rotura, o cable B de 10 mm \varnothing y 160 kg/mm ² , de 5650 kg de resistencia a la rotura.			
Diámetro de las poleas y tambor, $D = 7 \sqrt{790} = 197$ mm; se tomará $D = 200$ mm \varnothing (normalizado).			
2.º. — Cable de acero para un torno de extracción en servicio continuo; tensión máxima en el cable, 8500 kg.			
Se considera grupo III; $s = 9$.			
Carga de rotura del cable, $T = 8500 \times 9 = 76500$ kg.			
Diámetro del cable, $d = 0,36 \sqrt{76500} = 35$ mm.			
Según la Tabla 4.9 se tomará cable B de 35 mm \varnothing y 180 kg/mm ² , de 80350 kg carga de rotura.			
Diámetro de las poleas y tambor, $D = 9 \sqrt{8500} = 330$ mm; se tomará $D = 300$ ó 360 mm. (diámetros normalizados).			

303

ANEXO VII: PROPIEDADES DE ACERO DE TRANSMISIÓN

IVAN BOHMAN C.A.
Servicio al País desde 1935

AISI 1018

Eje de transmisión - Tolerancia h10-h11

GENERALIDADES: Acero de bajo contenido de carbono.

ANÁLISIS TÍPICO %

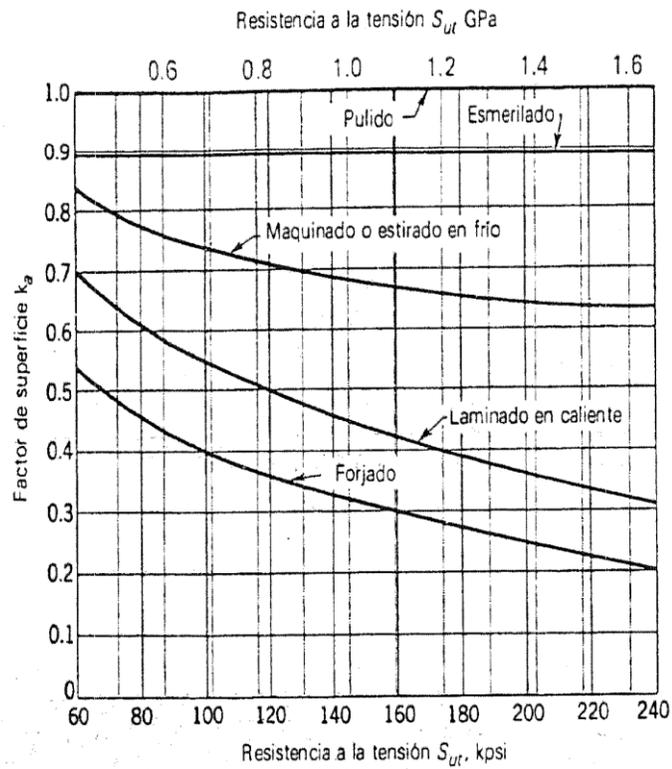
	C	Mn	P	S
SAE 1018	0,15-0,20	0,60-0,90	0,040	0,050

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Suministrado laminado en frío (medidas pequeñas hasta 2 1/2") o torneado (medidas hasta 6"). Las medidas 7", 8", 9" y 10" son suministradas laminadas en caliente o torneado de desbaste.

Propiedad	Valor
Esfuerzo de cedencia, kg/mm ²	mín. 31
Resistencia a la tracción, kg/mm ²	51-71
Elongación, A ₅	20%
Reducción de área, Z	57%
Dureza	163HB

ANEXO VIII: PROPIEDADES DE ACERO DE TRANSMISIÓN²³



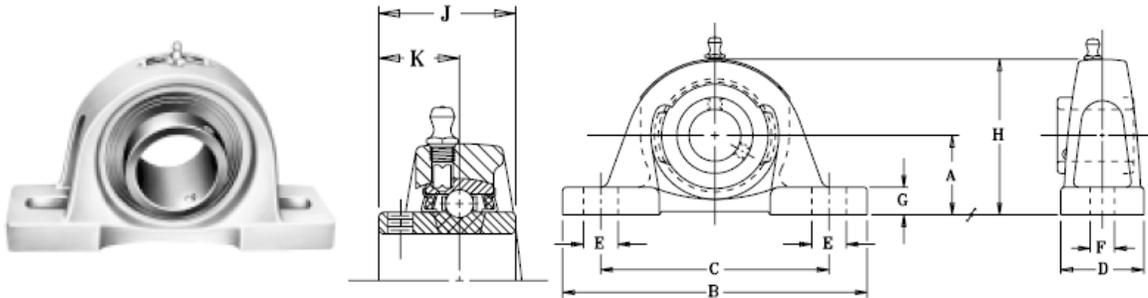
FACTORES DE CONFIABILIDAD k_c , CORRESPONDIENTES A UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE 8% DEL LÍMITE DE FATIGA

Confiabilidad R	Variable estandarizada z_c	Factor de confiabilidad k_c
0.50	0	1.000
0.90	1.288	0.897
0.95	1.645	0.868
0.99	2.326	0.814
0.999	3.091	0.753
0.999 9	3.719	0.702
0.999 99	4.265	0.659
0.999 999	4.753	0.620
0.999 999 9	5.199	0.584
0.999 999 99	5.612	0.551
0.999 999 999	5.997	0.520

²³ SHIGLEY BUDYNAS, Richard G. *Diseño de ingeniería mecánica*, Octava edición, Mc Graw Hill.

ANEXO IX: PROPIEDADES DE CHUMACERA

DIAMETRO DEL EJE	SKF	SEAL MASTER	FAFNIR	MCGILL	LINKBELT PL3-Y PL3-U	DODGE	LKS
1/2"	SY 1/2 TM	RP-8	YAS 1/2	C-25-1/2	2B08	1/2"	NP-8
5/8"	SY 5/8 TM	RP-10	YAS 5/8 TM	C-25-5/8	210	5/8"	NP-10
3/4"	SY 3/4 TM	RP-12	YAS 3/4 TM	C-25-3/4	212	3/4"	NP-12
7/8"	SY 7/8 TM	RP-14	YAS 7/8 TM	C-25-7/8	214	7/8"	NP-14
15/16"	SY 15/16 TM	RP-15	YAS 15/16 TM	C-25-15/16	215	15/16"	NP-15
1"	SY 1 TM	RP-16	YAS 1 TM	C-25-1	216	1"	NP-16
1.1/16"	SY 1.1/16 TM		YAS 1.1/16 TM	C-25-1.1/16	217	1.1/16"	NP-17
1.1/8"	SY 1.1/8 TM	RP-18	YAS 1.1/8 TM	C-25-1.1/8	218	1.1/8"	NP-18
1.3/16"	SY 1.3/16 TM	RP-19	YAS 1.3/16 TM	C-25-1.3/16	219	1.3/16"	NP-19
1.1/4"	SY 1.1/4 TM	RP-20R	YAS 1.1/4 TM	C-25-1.1/4	2E20		



NP Series Standard Duty Pillow Blocks...Setscrew Locking

SHAFT DIAM.	PART NO.	BRG. NO.	Dimensions in Inches										BOLT SIZE IN.	UNIT WT.	
			A	B	C		D	E	F	G	H	J			K
IN	MM				MIN.	MAX.									
1/2	NP-8	2-08													
9/16	NP-9	2-09													
5/8	NP-10	2-010	1 3/16	5	3 3/8	4 1/8	1 1/2	3/4	7/16	1/2	2 7/16	1 7/32	23/32	3/8	1.7
11/16	NP-11	2-011													
3/4	NP-12	2-012													
	20 NP-204	5204	1 5/16	5	3 3/8	4 1/8	1 1/2	3/4	7/16	1/2	2 9/16	1 7/32	23/32	3/8	1.9
13/16	NP-13	2-013													
7/8	NP-14	2-014													
15/16	NP-15	2-015	1 7/16	5 1/2	3 7/8	4 3/8	1 1/2	5/8	7/16	1/2	2 13/16	1 3/8	13/16	3/8	2.2
1	NP-16	2-1													
	25 NP-205	5205													
1 1/16	NP-17	2-11													
1 1/8	NP-18	2-12													
1 3/16	NP-19	2-13	1 11/16	6 1/2	4 7/16	5 1/16	1 7/8	13/16	9/16	9/16	3 3/8	1 1/2	7/8	1/2	3.6
1 1/4	NP-20R	1-14													
	30 NP-206	5206													
1 1/4	NP-20	2-14													
1 5/16	NP-21	2-15													
1 3/8	NP-22	2-16	1 7/8	6 9/16	4 11/16	5 5/16	1 7/8	13/16	9/16	5/8	3 3/4	1 11/16	1	1/2	4.5
1 7/16	NP-23	2-17													
	35 NP-207	5207													



ANEXO X: PROPIEDADES DEL TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

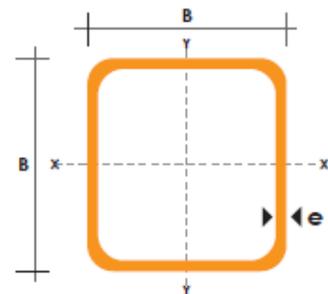
TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

Especificaciones Generales

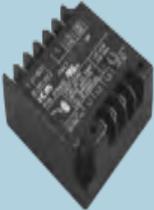
Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6 mts.
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 20mm a 100mm
Espesor	Desde 2,0mm a 3,0mm



DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm
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
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	8,48	1,91
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,69	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92



ANEXO XI: CONTACTOR FALLA DE FASE

Protección contra pérdida de fase e inversión de fase: Costo ultra bajo			
Controles ICM	Características y aplicaciones	Especificaciones	Reemplaza a
	<p>ICM401</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protección trifásica de bajo costo para un solo lado • Supervisa inversión de fase, pérdida de fase, % de descompensación como una función del voltaje de entrada • Indicadores luminosos tipo LED para ON (Encendido) y FAULT (Falla) • Entrada trifásica universal: 190 a 600 V de CA • Dispositivos electrónicos pasivos altamente confiables • Cubiertos con resina epoxy para protección adicional • Patentado: Patente de EE.UU. No. 5,337,206 • Para modelo de tablero abierto, pida ICM403 	<ul style="list-style-type: none"> • Voltaje: 190 a 600 V de CA • Frecuencia: 50 a 60 Hz • Control: 18 a 30 V de CA • Salida: Relé, SPST Normalmente abierto: 10 amperios • Dimensiones: 3.25" x 3" x 1.25" 	<ul style="list-style-type: none"> • Supco: TPMP2 • Mars: 32536
	<p>ICM402</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protección trifásica de bajo costo para un solo lado • Supervisa inversión de fase, pérdida de fase, % de descompensación como una función del voltaje de entrada • Indicadores luminosos tipo LED para ON (Encendido) y FAULT (Falla) • Entrada trifásica universal: 190 a 600 V de CA • Dispositivos electrónicos pasivos altamente confiables • Cubiertos con resina epoxy para protección adicional • Patentado: Patente de EE.UU. No. 5,337,206 • Para modelo de tablero abierto, pida ICM404 	<ul style="list-style-type: none"> • Voltaje: 190-600 V de CA • Frecuencia: 50 a 60 Hz • Control: 115 ó 208 / 240 V de CA • Salida: Relé, SPST Normalmente abierto: 30 amperios • Dimensiones: 3.25" x 3" x 1.25" 	<ul style="list-style-type: none"> • Supco: TPMP2 • Mars: 32536

ANEXO XII: TIPOS DE RELÉS Y SUS CARACTERÍSTICAS

Relé 3PCO enchufable 11 pines, 10A 110Vac



[Ver imagen más grande](#)

Esta imagen es solamente representativa del rango de producto

Código de producto RS	345-993
Fabricante	Releco
Número de parte de fabricante	C3-A30X / AC 115 V
Status RoHS	Certificado de cumplimiento de normas RoHS

Cantidad	Precio Each
1	US \$ 19,72
15	US \$ 18,14
50	US \$ 17,76

123 disponible.

Esta información estaba correcta en la fecha 17/02/2012 10:26 . Esta información es actualizada diariamente de tal forma que la disponibilidad pueda reflejarse en el minuto que se coloca el pedido.

[Agregar al carro](#)

[Ingresar](#)

Hojas técnicas

[Presione aquí para acceder a hojas técnicas en formato PDF](#)

Características

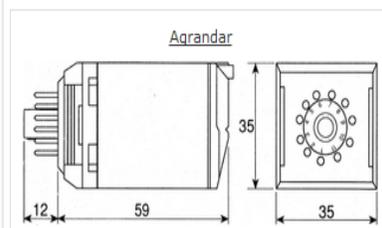
Tipo de característica	Valor de la característica
Índice de Productos	Relé de potencia
Tensión de bobina	110Vac
Configuración de los contactos	3PCO
Corriente de conmutación máxima	24A
Tipo de montaje	Enchufable de 11 contactos
Serie	C3
Potencia de conmutación	2200VA

Corriente de conmutación	24A
Tensión de conmutación	250 V(ac)
Capacidad	15mm
Vida útil mecánica	> 2 x 10 ⁷ operaciones
Potencia de la bobina	2,2VA
Resistencia de bobina	1700Ω
Material de los contactos	AgCdO
Resistencia de contacto	50mΩ
Profundidad	15mm
Altura	71mm
Aislamiento: bobina a contacto	2,5kV

Descripción general

Relés de 10 A con conexión de 8 y 11 pines

- Botón de prueba con código de color de doble función: pulsar para probar y soltar para enclavar
- Indicador de señal mecánica y LED de bobina según el estándar
- Rango de temperaturas de funcionamiento: de -20 °C a +60 °C
- Material de contacto plata-níquel (AgNi)
- Alt. 71, Anch. 35, Prof. 35 mm



ANEXO XIII: TIPO DE ZELIO Y SUS CARACTERÍSTICAS

Programación y parametrización accesibles a todo:

- **Directamente en el relé*, increíblemente intuitivo (sin PC):**

- **Pantalla LCD retroiluminada, la más grande del mercado:** 4 líneas de 18 caracteres y 1 línea de iconos.

- **Navegación contextual:**

- 6 botones para la facilidad de programación, parametraje y configuración.

- **En un PC con el software intuitivo Zelio Soft, que incluye:**

- El software de programación.
- Un módulo de autoformación.
- Una biblioteca de aplicaciones.
- Instrucciones técnicas.

¡Toda la información y ayuda para la programación en un solo CD!



Fuente de alimentación/Entradas

12 V CC
24 V CC
24 V CA
100-240 V CA

Entradas

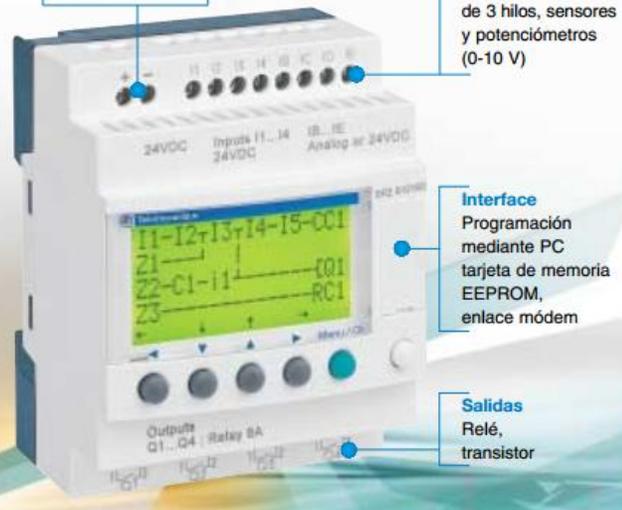
Switches limitadores, sensores inductivos de 3 hilos, sensores y potenciómetros (0-10 V)

Interface

Programación mediante PC
tarjeta de memoria EEPROM,
enlace módem

Salidas

Relé,
transistor



Características de entorno		
Homologaciones		UL, CSA, GL, C-TICK
Conformidad con la directiva Baja Tensión	Según 73/23/CEE	EN 61131-2
Conformidad con la directiva CEM	Según 89/336/CEE	EN 61131-2 (Zona B) EN 61000-6-2, EN 61000-6-3 y EN 61000-6-4
Grado de protección	Según IEC 60529	IP 20
Categoría de sobretensión	Según IEC 60664-1	3
Grado de contaminación	Según IEC/EN 61131-2	2
Temperatura ambiente en el entorno del aparato	Para funcionamiento	°C -20...+55 (+40 en armario), según IEC 60068-2-1 e IEC 60068-2-2
	Para almacenamiento	°C -40...+70
Humedad relativa máxima		95% sin condensación ni goteo
Altitud máxima de utilización	Para funcionamiento	m 2000
	Para transporte	m 3048
Resistencia mecánica	Inmunidad a las vibraciones	IEC 60068-2-6, ensayo Fc
	Inmunidad a los choques	IEC 60068-2-27, ensayo Ea
Resistencia a las descargas electrostáticas	Inmunidad a las descargas electrostáticas	IEC 61000-4-2 nivel 3
Resistencia a los parásitos AF (Inmunidad)	Inmunidad a los campos electromagnéticos radiados	IEC 61000-4-3 nivel 3
	Inmunidad a los transitorios rápidos en ráfagas	IEC 61000-4-4 nivel 3
	Inmunidad a las ondas de choque	IEC 61000-5-101
	Frecuencia de radio en modo común	IEC 61000-4-6 nivel 3
	Vacios y cortes de tensión (~)	IEC 61000-4-11
	Inmunidad a las ondas oscilatorias amortiguadas	IEC 61000-4-12
	Emisión conducida y radiada	Según EN 55022/11 (Grupo 1)
Conexión en bornas de tornillos (Apriete mediante destornillador Ø 3,5)	Hilo flexible con terminal	mm ² 1 conductor: 0,25...2,5, cable: AWG 24...AWG14 2 conductores: 0,25...0,00,75, cable: AWG 24...AWG18
	Hilo semirrígido	mm ² 1 conductor: 0,2...2,5, cable: AWG 25...AWG14
	Hilo rígido	mm ² 1 conductor: 0,2...2,5, cable: AWG 25...AWG14 2 conductores: 0,2...0,1,5, cable: AWG 24...AWG16
	Par de apriete	Nm 0,5

Características de las alimentaciones --- 12 V		
Tipo de módulos		SR2 B121JD SR2 B201JD
Primario Tensión nominal	V	12 12
Límite de tensión Ondulación incluida	V	10,4...14,4 10,4...14,4
Corriente nominal de entrada	mA	120 200
Corriente nominal máxima de entrada con extensiones	mA	144 250
Potencia disipada	WA	1,5 2,5
Microcortes Duración aceptada	ms	≤ 1 (repetición 20 veces)
Protección		Contra la inversión de polaridad

Características de las alimentaciones --- 24 V									
Tipo de módulos		SR2 e1e1BD	SR2 e1e2BD	SR2 e2e1BD	SR2 e2e2BD	SR3 B101BD	SR3 B102BD	SR3 B261BD	SR3 B262BD
Primario Tensión nominal	V	24	24	24	24	24	24	24	24
Límite de tensión Ondulación incluida	V	19,2...30	19,2...30	19,2...30	19,2...30	19,2...30	19,2...30	19,2...30	19,2...30
Corriente nominal de entrada	mA	100	100	100	100	100	50	190	70
Corriente nominal máxima de entrada con extensiones	mA	-	-	-	-	100	160	300	180
Potencia disipada	WA	3	3	6	3	3	4	6	5
Potencia disipada máxima con extensiones	W	-	-	-	-	8	8	10	10
Microcortes Duración aceptada	ms	≤ 1 (repetición 20 veces)							
Protección		Contra la inversión de polaridad							

Características de las alimentaciones ~ 24 V					
Tipo de módulos		SR2e1e1B	SR2e2e1B	SR3 B101B	SR3 B261B
Primario Tensión nominal	V	24	24	24	24
Límite de tensión Ondulación incluida	V	20,4...28,8	20,4...28,8	20,4...28,8	20,4...28,8
Frecuencia nominal	Hz	50-60	50-60	50-60	50-60
Corriente nominal de entrada	mA	145	233	140	280
Potencia disipada	VA	4	6	4	7,5
Microcortes Duración aceptada	ms	≤ 10 (repetición 20 veces)			
Tensión eficaz de aislamiento	V	1.780 (50/60 Hz)			

ANEXO XIV: CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES FOTOELÉCTRICOS PEN-R700A

SPEC

SUPPORT

Q&A

Appearance						
Model	PEN-T10DA	PEN-R700A	PEN-M5A	PEN-T10DB	PEN-R500B	PEN-M5B
Type	Through beam	Diffuse reflection	Retro reflection	Through beam	Diffuse reflection	Retro reflection
Range	10 m	700 mm	0.1 ~ 5 m	10 m	500 mm	0.1 ~ 5 m
Delectable object	Ø 16 mm opaque body	opaque body, translucent body	Ø 60 mm opaque body	Ø 20 mm opaque body	opaque body, translucent body	Ø 60 mm opaque body
Power consumption	24 - 240 V 50 Hz / 60 Hz AC ± 10 %			12 - 24 V DC ± 10 %, ripple (P-P) 10% below		
Current consumption	Trms	30 mA	40 mA below	30 mA	40 mA below	
	Rcvr	20 mA		20 mA		
Output mode	Dark ON	Light ON / Dark ON selectable switch		Dark ON	Light ON / Dark ON selectable switch	
Sensitiviry	Built-in VR.					
Control output	Relay output - capacity : 30 V DC 3 A / 250 V AC 3 A resistance load compose : 3 C			NPN / PNP open collector 2 output Resistance load : 200 mA below		
Response speed	20 ms below			1 ms below	0.5 ms below	
Response range	-	within 15% of detect range	-	-	within 15% of detect range	-
Through light source	infrared rays LED(alteration)					
Action indicate	control output : Red LED, stability output : Green LED(Power indicator in Red for Trms)					
Material	case	Heat resis ABS				
	lens	Polycarbonate				
Protection circuit	over current protection, power reverse protection					
Ambient light	sun light : 11000 lx below, lamp : 3000 lx below					
Ambient temperature humidity	-25 - 65 °C, 35 - 85 % R.H. (no freezing)					

ANEXO XV: PROTOCOLO DE PRUEBAS

El protocolo de pruebas es el procedimiento en el cual a través de una serie de ensayos propuestos, se corrobora el buen funcionamiento y desempeño de los equipos; las pruebas son realizadas una vez que se han instalado y ajustado los equipos de acuerdo a los planos respectivos.

Se realizarán las siguientes pruebas de protocolo:

- Apariencia.
- Funcionamiento.
- Dimensionales.

APARIENCIA:

Esta prueba se la realiza observando la presentación final y fachada de los equipos como pintura, simetría y estética.

Los elementos a evaluar son:

- Estructura.
- Cabina.
- Sistema de izaje.

PRUEBAS DE APARIENCIA

<i>Ítem</i>	<i>Especificación</i>	<i>Instrumento de verificación</i>	<i>Descripción de la operación</i>	<i>Rango de la medición</i>	<i>Aprobado</i>
1	Estructura	Visual	Soldadura y pintura electrostática		
2	Cabina	Visual	Empernado		
3	Sistema de izaje	Visual	Ensamble de mecanismo de izaje		

Tabla 1. Pruebas de apariencia
Fuente: Los Autores

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Es la prueba más importante en donde se comprueban si los equipos funcionan o no correctamente dentro de los parámetros establecidos.

Los parámetros a verificar son:

- Sistema de mando eléctrico.
- Capacidad de carga.
- Sistema de sensores fotoeléctricos.
- Velocidad de elevación.

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

<i>Ítem</i>	<i>Especificación</i>	<i>Instrumento de verificación</i>	<i>Descripción de la operación</i>	<i>Rango de la medición</i>	<i>Aprobado</i>
1	Sistema de mando eléctrico	Manual de Funcionamiento	Controlar el sistema de elevación	Sistema eléctrico	
2	Capacidad de carga	Cargas	Poner en marcha cada equipo con la máxima carga especificada	25 Kg.	
3	Sistema de sensores fotoeléctricos	Visual	Colocar un objeto de manera inadecuada		
4	Velocidad de elevación	Cronómetro	Comprobar el tiempo real de elevación	18 s	

Tabla 2. Pruebas de funcionamiento

Fuente: Los Autores

PRUEBAS DIMENSIONALES

Estas pruebas se realizan una vez instalado los equipos en su totalidad, las mediciones a realizarse son:

Dimensiones generales de la máquina SIN RECUBRIMIENTO:

<i>Elemento</i>	<i>Operación</i>	<i>Instrumento utilizado</i>	<i>Valor medido(mm)</i>	<i>Valor comprobado (mm)</i>	<i>Tolerancia (mm)</i>	<i>Aprobado</i>
Ancho	Medir	Flexómetro	905	910	+/- 10	
Largo	Medir	Flexómetro	490	490	+/- 10	
Altura	Medir	Flexómetro	5000	4904	+/- 10	

Tabla 3. Verificación general de las dimensiones de los equipos.

Fuente: Los Autores

Dimensiones generales de la cabina del equipo 1(interores):

<i>Elemento</i>	<i>Operación</i>	<i>Instrumento utilizado</i>	<i>Valor medido(mm)</i>	<i>Valor comprobado (mm)</i>	<i>Tolerancia (mm)</i>	<i>Aprobado</i>
Ancho	Medir	Flexómetro	400	400	+/- 5	
Largo	Medir	Flexómetro	500	500	+/- 5	
Altura	Medir	Flexómetro	400	400	+/- 5	

Tabla 4. Verificación general de os componentes de los equipos.

Fuente: Los Autores

Dimensiones generales de la cabina del equipo 2(interiores):

<i>Elemento</i>	<i>Operación</i>	<i>Instrumento utilizado</i>	<i>Valor medido(mm)</i>	<i>Valor comprobado (mm)</i>	<i>Tolerancia (mm)</i>	<i>Aprobado</i>
Ancho	Medir	Flexómetro	400	400	+/- 5	
Largo	Medir	Flexómetro	600	600	+/- 5	
Altura	Medir	Flexómetro	400	400	+/- 5	

Tabla 4. Verificación general de os componentes de los equipos.

Fuente: Los Autores

ANEXO XVI: MANUAL DE OPERACIÓN

Es necesario leer el manual para que los elevadores operen en óptimas condiciones.

- Verificar que los equipos estén alimentados a su fuente de energía (220V) trifásico.
- Antes de ponerlos en marcha observe que no existen personas cargando o descargando material de la cabina ya que puede provocar lesiones o accidentes.
- En el tablero de puesta en marcha de los elevadores, existen tres botones indicando subir, bajar y stop, púselos de acuerdo a sus necesidades.
- No sobrecargue el peso, regirse de acuerdo a los datos técnicos de los equipos.
- En caso de un corte energético, los equipos poseen un sistema, en el cual cuando regresa la corriente eléctrica el Zelio retoma la última llamada para culminarla.
- Si el elevador quedó suspendido en una posición que no sea en el subsuelo o en planta baja, usted puede descender o ascender lentamente la cabina hasta la posición deseada colocando el equipo en modo manual y presionando los botones subir, bajar según el caso, como se detalla en la señal instrucciones de emergencia ubicada junto a los tableros de control.

ANEXO XVII: MANUAL DE MANTENIMIENTO

Es necesario leer detenidamente antes de operar los equipos.

- **SISTEMA ELÉCTRICO:** Antes de realizar el mantenimiento asegúrese de que el equipo esté sin corriente eléctrica.
 1. Verificar que el sistema eléctrico este trabajando con el voltaje adecuado.
 2. Realizar semanalmente reajustes de terminales en el tablero de control.
 3. Limpiar los contactores del tablero de control trimestralmente.
 4. Revisar que los cables de conexión entre motoreductor, tablero de control y fuente de energía no estén sobrecalentados, ya que puede ocurrir cortocircuitos y dañarse el sistema.
 5. No exponer al agua ni a humedad el sistema.
 6. Protéjase y utilice siempre los equipos de seguridad industrial (guantes, overol, antiparras)
- **SISTEMA MECÁNICO**
 7. Revisar que los cables de elevación de la cabina estén en buen estado.
 8. Revisar que el equipo de tracción y sistema de izaje este siempre engrasado.
 9. Utilice un equipo de trabajo adecuado y de protección personal.
 10. Utilice herramientas en buen estado para garantizar un buen mantenimiento y seguridad a los equipos.

DEFINICIONES

- **Atención o Advertencia:** llama la atención sobre información que, si no se tiene en cuenta, puede conllevar danos a personas o hacerlos extensivos a la propiedad, debe observarse siempre.



Siempre obedezca las precauciones indicadas a continuación para evitar así la posibilidad de lesiones graves o incluso peligro de muerte debido a descargas eléctricas, incendios u otras contingencias.

- **Instalación:** consiste en el número de elevadores, incluidas las áreas de cabina, foso, sala de máquinas y sus accesos.

FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

- **Botón de llamadas de piso:** Este botón puede usarse para llamar una cabina y para elegir una dirección de viaje. Tras efectuar una llamada, el botón de la botonera se encenderá para reconocer la llamada.
- **Para llamar al elevador:** Apriete el botón de llamado una sola vez. la insistencia y la fuerza no harán que llegue antes y el botón se dañará.
- **Desniveles:** Extraiga o introduzca los objetos a la cabina siempre observando los posibles desniveles entre la cabina y la repisa.
- **Señalización:** este atento a la señal luminosa que informa la llegada del elevador, este procedimiento reduce el tiempo de detención aumentando la eficiencia del sistema.
- **Niños:** no permitir que los niños jueguen o viajen en el elevador, ensénelos para que no dañen paneles, botoneras y no aprieten todos los botones.
- **Capacidad:** observe la capacidad máxima indicados en el exterior de la cabina, para seguridad y protección del equipamiento, la capacidad no debe ser excedida, además de peligroso es un acto imprudente.
- **Emergencias:** si el objeto queda atrapado en el interior no intente extraerlo por su cuenta, espere la intervención del servicio técnico, o use las instrucciones de emergencia que se encuentran en el lugar de instalación, solo así la intervención será íntegramente segura.
- **Botoneras dobles:** para subir seleccione solo el botón superior, para bajar accione solo el botón inferior. Accionar los dos botones indistintamente ocasionara viajes y paradas innecesarias con perjuicio para todos.

CUIDADOS Y LIMPIEZA DEL ELEVADOR

- No se debe almacenar objetos en la sala de máquinas, está prohibido por norma y ley a fin de evitar riesgo de incendio.
- Si existiera derrame de líquidos dentro de la instalación, el elevador no debe ser utilizado hasta drenar o limpiar el líquido.
- No permitir que curiosos intervengan en el elevador. Solamente el personal técnico está autorizado para hacerlo.
- Mantener sala de máquinas y pasillos de acceso con buena iluminación y despejados.
- Verificar que los sensores fotoeléctricos detecten correctamente objetos que sobresalgan de la cabina.
- No permitir que conserjes, personal de aseo o en general terceros tengan acceso a los equipos, mantener cerrado los accesos a la instalación.
- Durante el servicio técnico orientar y mencionar "elevador fuera de servicio".
- Vigilar que no se boten desperdicios (clips, fósforos, papeles) en el foso del elevador. Puede causar paralizaciones y daños.

SEGURIDADES DEL ELEVADOR

- **Electrofreno:** actúa por instrucción del control eléctrico abriendo sus bandas y permitiendo el movimiento de la cabina. Si no hay energía eléctrica automáticamente se frena la cabina.
- **Limitador de recorrido:** actúa si la cabina sobrepasa el límite de recorrido inferior o superior operando el freno, deteniendo inmediatamente el viaje.
- **Seguridad de cabina:** botón de parada el cual detiene el movimiento de la cabina en ese instante.
- **Activación de sensores fotoeléctricos:** si un objeto pasa por la trayectoria de detección de los sensores la cabina se detiene en ese momento y reanuda si se retira el obstáculo.

- **Amortiguación:** si sobrepasara la cabina el límite de recorrido, o se rompiera el cable u ocurriera un deslizamiento será detenida por los cauchos ubicados en la parte inferior del foso.

ANEXO XVIII: FOTOGRAFÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE LOS ELEVADORES.



Marcelo Pérez, junto a los dos equipos para pruebas de funcionamiento

Fuente: Los autores



Equipos desarmados dirigiéndose hacia pintura

Fuente: Los autores



*Diego Jiménez, llevando los equipos hacia la Biblioteca de Politécnica Salesiana Sede
El Girón*

Fuente: Los autores



Equipo dos instalado junto con su tablero de control eléctrico

Fuente: Los autores



Marcelo Pérez, Instalando estructura de equipo uno

Fuente: Los autores



Cabina de equipo uno en planta baja

Fuente: Los autores



Cabina de equipo uno en subsuelo

Fuente: Los autores



Cabina y tableros de control en planta baja

Fuente: Los autores



Cabinas de los equipos en subsuelo

Fuente: Los autores



*Equipos en Biblioteca del Campus El Girón de la Universidad Politécnica Salesiana,
Sede Quito.*

Fuente: Los autores

**ANEXO XIX: COPIAS DE LAS FACTURAS DE LOS MATERIALES E
INSUMOS ADQUIRIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS ELEVADORES**