

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO DE UN ASCENSOR PERSONAL QUE PERMITA LA MOVILIDAD DE PERSONAS DE LA TERCERA EDAD O CON DISCAPACIDAD FÍSICA EN VIVIENDAS NUEVAS DE DOS PISOS Y CON UNA CAPACIDAD DE CARGA DE 100 KILOGRAMOS

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

FREDDY PAÚL CUNUHAY CHIGUANO

freddycunuhay58@gmail.com

DARWIN VINICIO PAZMIÑO RÍOS

darwin_bscmhpn01@homail.com

Director: ING. TITO VELASTEGUI

tito.velastegui@epn.edu.ec

Co-director: MSC. RICARDO SOTO

ricardo.soto@epn.edu.ec

Quito, Junio 2015

DECLARACIÓN

Nosotros, Freddy Paúl Cunuhay Chiguano y Darwin Vinicio Pazmiño Ríos, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación personal; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, de acuerdo a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la Normatividad Institucional vigente.

Freddy Paúl Cunuhay Chiguano

Darwin Vinicio Pazmiño Ríos

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por los señores Freddy Paúl Cunuhay Chiguano y Darwin Vinicio Pazmiño Ríos, bajo la supervisión.

Ing. TITO VELASTEGUI
DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. RICARDO SOTO
CODIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A DIOS por habernos brindado la oportunidad de culminar nuestros estudios superiores en La Escuela Politécnica Nacional

Un agradecimiento muy especial al Ing. Tito Velastegui por transmitir sus conocimientos y exigirnos siempre un mejor trabajo el cual ha sido esencial para lograr esta meta.

Muchas gracias al Ing. Ricardo Soto por la colaboración y paciencia que tuvo en el desarrollo de este proyecto

Eterna gratitud hacia la Escuela Politécnica Nacional por acogernos en sus aulas y permitirnos ser profesionales competitivos y capaces de solventar soluciones en nuestra sociedad

En general gracias a todos los ingenieros que nos transmitieron sus conocimientos

A los panas que siempre estaban en las buenas y en las malas y compartieron durante todo este ciclo de estudios. Como chiquito, Jairo, el corona, mudito, bratt y científico.

DEDICATORIA

A mi madre, Rosa Amada Ríos Zabala, quien con su apoyo incondicional siempre está ahí para brindarme su amor, cariño y así alcanzar mis metas planteadas

A mi padre, Luis Gonzalo Pazmiño Nuñez, aunque no esté presente es la persona que me dio la vida

A mi hermana, Liliana Pazmiño, a quien quiero como mi hermanita menor

A mis tíos que siempre me brindaron su apoyo y consejos que son muy valiosos para ser un hombre de bien

A mi novia Angie Fernández, quien es también mi apoyo y fue una razón más para alcanzar esta meta.

A mis primos y amigos que me acompañan siempre.

Darwin Vinicio Pazmiño Ríos

Este proyecto está dedicado a mi padre, Miguel Cunuhay, quien me enseñó que la perseverancia y el trabajo deben aplicarse siempre en la vida y nunca rendirse ante las adversidades. Mi padre, mi inspiración y el mejor hombre en el mundo.

A mi madre, Sulema Chiguano, que desde el cielo siempre nos ha cuidado y ha bendecido con un hogar sencillo, humilde, amoroso y luchador. Mi viejita que con sus consejos y su fuerte carácter nunca permitió que desvíe el camino.

A mis hermanas Vero, Ana y Katherine que desde pequeños enfrentamos un duro camino sin una madre pero siempre estuvimos juntos en las buenas y en las malas y con sonrisas inocentes de niños olvidábamos la realidad y continuamos hacia adelante como siempre lo quieren los padres.

A mi esposa, Sandy Chicaiza y a mis hermosos hijos, Ariel y Naomi, que son mi inspiración y la razón de mi existencia y cada día junto a ellos es un momento inolvidable. Gracias por todo el apoyo de mi esposita que amo y por mis hijos que adoro con todo el corazón.

A mi sobrinita Doménica, que con su sonrisa siempre consigue robarme una sonrisa.

Freddy Paúl Cunuhay Chiguano

Índice General

CAPÍTULO I	22
GENERALIDADES	22
1.1 INTRODUCCIÓN	22
1.2 JUSTIFICACIÓN	23
1.3 OBJETIVOS	24
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	24
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
1.4 HISTORIA DEL ASCENSOR	24
1.4.1 PARTES CONSTITUTIVAS DEL ASCENSOR	27
1.4.1.1 Recinto o Hueco	27
1.4.1.2 Guía de Cabina	28
1.4.1.3 Amortiguadores	28
1.4.1.4 Puertas de Acceso	28
1.4.1.5 Cabina	29
1.4.1.6 Contrapeso	29
1.4.1.7 Cables de Suspensión	30
1.4.1.8 Grupo Tractor	30
1.4.1.9 Equipo de Maniobra	31
1.4.2 DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	31
1.4.2.1 Enclavamiento Electromecánico de Puertas	31
1.4.2.2 Paracaídas de Rotura	32
1.4.2.3 Limitador de Velocidad	32
1.4.2.4 Finales de Carrera	32
1.4.2.5 Dispositivo de Parada de Emergencia	32
1.4.2.6 Timbre de Alarma	33
1.4.3 TIPOS DE ASCENSORES	33
1.4.3.1 Ascensores Eléctricos	33
1.4.3.2 Ascensores Hidráulicos	34
1.4.3.3 Ascensores Neumáticos	34
1.4.4 ASCENSORES PARA DISCAPACITADOS	35
1.4.4.1 Ascensores Hidráulicos para Discapacitados	35

1.4.4.1.1	Tipo pistón lateral.....	35
1.4.4.1.2	Plataforma hidráulica de tipo tijera.....	35
1.4.4.1.3	Plataforma vertical.....	36
1.4.5	CONTROL AUTOMÁTICO.....	37
1.4.5.1	Introducción.....	37
1.4.5.2	Definiciones.....	37
1.4.5.3	Aplicaciones.....	37
1.4.5.4	Sistema de Control.....	37
1.4.5.4.1	Introducción.....	37
1.4.5.4.2	Clasificación de los sistemas de control.....	38
1.4.5.4.3	Elementos de Control.....	38
1.5	NORMAS NACIONALES VIGENTES.....	38
1	CAPÍTULO II.....	41
	MARCO TEÓRICO.....	41
2.1	ANÁLISIS DEL SISTEMA ESTRUCTURAL.....	41
2.1.1	Estructura de la Cabina.....	41
2.1.1.1	Análisis Dinámico de la Estructura de la Cabina.....	42
2.1.2	SOPORTE DEL MOTOR.....	44
2.1.2.1	Análisis Estático del Soporte del Motor.....	45
2.1.2.2	Análisis Dinámico del Soporte del Motor.....	45
2.1.3	ANÁLISIS DE JUNTAS SOLDADAS.....	45
2.1.3.1	Análisis de Juntas Soldadas a Torsión.....	45
2.1.3.2	Análisis de Juntas Soldadas a Flexión.....	46
2.1.4	GUÍAS DE LA CABINA.....	47
2.1.4.1	Análisis de esfuerzos bajo la acción de un componente de seguridad.....	47
2.1.4.1.1	Esfuerzo de flexión.....	47
2.1.4.1.2	Esfuerzo de pandeo.....	51
2.1.4.1.3	Esfuerzos combinados.....	52
2.1.4.1.4	Esfuerzos de torsión de la base.....	52
2.1.4.1.5	Flechas.....	53
2.1.4.2	Análisis de esfuerzos en funcionamiento normal (sin carga).....	54
2.1.4.2.1	Esfuerzo de flexión.....	54
2.1.4.2.2	Esfuerzo de pandeo.....	56
2.1.4.2.3	Esfuerzos combinados.....	56

2.1.4.2.4	Esfuerzos de torsión de la base.....	57
2.1.4.2.5	Flechas	57
2.1.4.3	Análisis de esfuerzos en funcionamiento normal (con carga)	58
2.1.4.3.1	Esfuerzo de flexión	58
2.1.4.3.2	Esfuerzo de pandeo.....	61
2.1.4.3.3	Esfuerzos combinados.....	62
2.1.4.3.4	Esfuerzos de torsión de la base.....	62
2.1.4.3.5	Flechas	63
2.1.5	ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DE RODILLOS GUÍA.....	63
2.1.6	ANÁLISIS DE PLACA BASE	64
2.1.7	ANÁLISIS DE PERNOS DE ANCLAJE	65
2.1.8	ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN.....	66
2.2	SISTEMA MECÁNICO.....	72
2.2.1	POTENCIA DEL MOTOR.....	72
2.2.2	TAMBOR DE ARROLLAMIENTO.....	73
2.2.2.1	Análisis Estático del Tambor de Arrollamiento	73
2.2.2.2	Análisis de Esfuerzos del Tambor de Arrollamiento.....	74
2.2.2.3	Análisis Dinámico del Tambor de Arrollamiento.....	74
2.2.2.3.1	K _a : Factor de Acabado Superficial	75
2.2.2.3.2	K _b : Factor de Corrección de Tamaño.....	76
2.2.2.3.3	K _c : Factor de confiabilidad	76
2.2.2.3.4	K _d : Factor de Temperatura.....	77
2.2.2.3.5	K _e : Factor de Concentración de Esfuerzos	77
2.2.2.3.6	K _f : Factor de Efectos Diversos.....	78
2.2.3	ANÁLISIS DEL EJE MOTRIZ	78
2.2.3.1	Análisis Estático del Eje Motriz	78
2.2.3.2	Análisis Esfuerzos a Fatiga del Eje Motriz	79
2.2.3.3	Análisis Dinámico del Eje Motriz	80
2.2.4	ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DE CHUMACERAS	80
2.2.5	ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DEL MOTOR.....	80
2.2.6	ANÁLISIS DE CABLES	80
2.2.7	ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DEL GANCHO	82
2.2.8	ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DE SUJETA CABLES	82
2.2.9	ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DEL MECANISMO DE PUERTAS DE ACCESO	83

2.2.10	ANÁLISIS DE AMORTIGUADORES TIPO RESORTE	84
2.2.10.1	Diseño Estático del Amortiguador	87
2.2.10.2	Diseño a Fatiga del Amortiguador	87
2.2.11	análisis del mecanismo de trinquete	88
2.2.11.1	Diseño Estático del Piñón del Trinquete.....	88
2.2.12	SISTEMA ELÉCTRICO	90
2.2.12.1	Diagrama de Potencia.....	90
2.2.13	Sistema de Control de Mando	90
2.2.13.1	Entradas y salidas	91
3	CAPÍTULO III.	92
	PREFACTIBILIDAD.....	92
3.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	92
3.2	ESTUDIO DE MERCADO.....	92
3.2.1	IDENTIFICACIÓN DEL MERCADO	92
3.2.2	ANÁLISIS DE LA OFERTA.....	94
3.2.3	ANÁLISIS DE LA DEMANDA	95
3.2.4	CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE MERCADO	95
3.3	RESTRICCIONES Y LIMITACIONES	95
3.3.1	MATERIAL.....	95
3.3.2	OPERACIÓN	95
3.3.3	CAPACIDAD.....	95
3.3.4	COSTO.....	96
3.3.5	PESO.....	96
3.3.6	VELOCIDAD DE ELEVACIÓN.....	96
3.4	ESPECIFICACIONES	96
3.4.1	PARÁMETROS FUNCIONALES	96
3.4.2	AUTOASEGURAMIENTO	96
3.4.3	ACCESIBILIDAD	98
3.4.3.1	Condiciones de Confort y Accesibilidad	98
3.4.4	VIDA ÚTIL	99
4	CAPÍTULO IV.....	100
	FACTIBILIDAD	100
4.1	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	100
4.1.1	ANÁLISIS FUNCIONAL	100
4.1.1.1	Definición del Análisis Funcional.....	100

4.1.2	DEFINICIÓN DE MÓDULOS	100
4.1.3	SOLUCIÓN PARA CADA MÓDULO.....	101
4.1.3.1	Módulo 1 (sistema de control).....	101
4.1.3.1.1	Encender y apagar elevador.....	101
4.1.3.1.2	Detectar usuario, abrir y cerrar puertas	102
4.1.3.1.3	Seleccionar desplazamiento al segundo nivel	103
4.1.3.2	Módulo 2 (sistema mecánico)	104
4.1.3.2.1	Transmitir señal de control al sistema motriz.....	104
4.1.3.2.2	Generar potencia para desplazamiento de ascensor.....	106
4.1.3.2.3	Subir elevador.....	107
4.1.1.1.1	Detener y asegurar	108
4.1.3.3	Módulo 3 (sistema estructural).....	109
4.1.3.3.1	Movilizar a usuario.....	109
4.1.3.3.2	Direccionar el movimiento del ascensor	110
4.2	ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	111
4.2.1	DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS DEL MÓDULO 1	112
4.2.1.1	Alternativa 1 (Pulsador de encendido-sensor de movimiento-plc)	112
4.2.1.2	Alternativa 2 (Interruptor on/off-sensor de voz-circuitos integrados).....	112
4.2.1.3	Alternativa 3 (Interruptor de palanca-sensor de calor-pics)..	112
4.2.1.4	Ponderación de las alternativas del módulo 1.....	113
4.2.2	DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS DEL MÓDULO 2	115
4.2.2.1	Alternativa 1 (Polipasto-tambor de arrollamiento- electromecánico-limitador de velocidad).....	116
4.2.2.2	Alternativa 2 (Motor CA-tambor de arrollamiento- electromecánico-paracaídas)	116
4.2.2.3	Alternativa 3 (Motor CA-poleas-electromecánico-frenos).....	116
4.2.2.4	Ponderación de las alternativas del módulo 2.....	116
4.2.3	DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS DEL MÓDULO 3	120
4.2.3.1	Alternativa 1 (Plataforma-guías en T)	120
4.2.3.2	Alternativa 2 (Cabina-guías en V)	120
4.2.3.3	Alternativa 3 (Panorámico-guías en T).....	120
4.2.3.4	Ponderación de las alternativas del módulo 3.....	120
4.2.4	ALTERNATIVA SELECCIONADA	125
4.3	DISEÑO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA.....	127

4.3.1	DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CABINA DEL ASCENSOR....	127
4.3.1.1	Cálculo de los esfuerzos en la cabina.....	127
4.3.1.2	Diseño dinámico de la estructura de la cabina.....	130
4.3.1.3	Diseño del soporte del motor.....	131
4.3.1.3.1	Diseño estático del soporte.....	132
4.3.1.3.2	Diseño a fatiga del soporte del motor.....	133
4.3.1.4	Diseño de las guías de la cabina.....	135
4.3.1.4.1	Diseño de esfuerzos bajo la acción de un componente de seguridad.....	137
4.3.1.4.2	Diseño de esfuerzos en funcionamiento normal (sin carga).....	143
4.3.1.4.3	Diseño de esfuerzos en funcionamiento normal (con carga).....	148
4.3.1.5	Selección de rodillos guía.....	152
4.3.1.6	Diseño de placa base.....	153
4.3.1.7	Diseño de pernos de anclaje.....	155
4.3.1.8	Diseño de cimentación.....	155
4.3.1.9	Diseño de juntas soldadas.....	164
4.3.2	DISEÑO MECÁNICO.....	171
4.3.2.1	Cálculo de la potencia del motor.....	171
4.3.2.2	Diseño del tambor de arrollamiento.....	172
4.3.2.2.1	Diseño estático del tambor.....	173
4.3.2.2.2	Diseño a fatiga del tambor.....	176
4.3.2.3	Diseño del eje motriz.....	177
4.3.2.3.1	Diseño estático del eje.....	179
4.3.2.3.2	Diseño dinámico del eje.....	180
4.3.2.4	Selección de chumaceras.....	182
4.3.2.5	Selección del motor.....	182
4.3.2.6	Diseño del cable de tracción.....	183
4.3.2.7	Selección del gancho.....	185
4.3.2.8	Selección de sujeta cables.....	186
4.3.2.9	Diseño del mecanismo de puertas.....	186
4.3.2.10	Diseño del amortiguador tipo resorte.....	187
4.3.2.10.1	Diseño estático del resorte.....	189
4.3.2.10.2	Diseño a fatiga del resorte.....	189

4.3.2.11	Diseño del sistema de trinquete	189
4.3.2.12	Selección del Equipo de Emergencia	191
4.3.2.12.1	Limitador de Velocidad	191
4.3.2.12.2	Paracaídas.....	191
4.3.3	SISTEMA ELÉCTRICO	191
4.3.3.1	Diagrama de potencia	191
4.3.4	SISTEMA DE CONTROL DE MANDO	192
4.3.4.1	Determinación de entradas y salidas	194
4.3.4.2	Programación.....	197
4.3.4.3	Diagrama de control.....	197
4.3.4.4	Selección de sensores	197
4.3.4.4.1	Selección del sensor óptico para abrir y cerrar puertas ..	197
4.3.4.4.2	Selección del sensor de peso	197
4.3.4.4.3	Selección de los finales de carrera	198
4.3.4.4.4	Selección de botoneras	199
4.4	ANÁLISIS DE COSTOS	199
4.4.1	COSTOS DIRECTOS	200
4.4.1.1	Costo total directo	204
4.4.2	COSTOS INDIRECTOS	204
4.4.2.1	Costo total indirecto	205
4.4.3	COSTO TOTAL	206
4	CAPÍTULO V.....	207
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	207
4.5	CONCLUSIONES	207
4.6	RECOMENDACIONES	208
	BIBLIOGRAFÍA.....	209
	ANEXOS.....	213
	ANEXO A.....	214
	GRÁFICAS Y TABLAS PARA EL DISEÑO MECÁNICO.....	214
	ANEXO B	221
	Medidas y peso de la estructura de la cabina	221
	ANEXO C.....	222
	PROPIEDADES MECÁNICAS DE GUIAS	222
	ANEXO D	227
	PARÁMETROS PARA DISEÑO DE CIMENTACIONES	227

ANEXO E.....	229
Límites de fluencia y última resistencia a la tracción de aceros estructurales.....	229
ANEXO F.....	230
Propiedades mecánicas de tubería estructural.....	230
ANEXO G.....	231
Catálogo de chumaceras.....	231
ANEXO H.....	232
Catálogo de polipastos eléctricos y motores eléctricos.....	232
ANEXO I.....	234
Diagramas de fuerza cortante y momento flector en los elementos estructurales de la cabina.....	234
ANEXO J.....	236
Catálogo de ganchos tipo ojo.....	236
ANEXO K.....	237
Catálogo de Sujeta cables.....	237
ANEXO L.....	239
EQUIPOS DE SEGURIDAD.....	239
ANEXO M.....	246
Programación de la simulación del ascensor en STEP 7-200 MICRO WIN.....	246
ANEXO N.....	257
NORMAS NACIONALES DE ASCENSORES.....	257
PLANOS.....	268

Índice de Tablas

Capítulo II

Tabla 2. 1	Tabla de factores de impacto	49
Tabla 2. 2	Parámetros en factor de condición superficial	76
Tabla 2. 3	Factor de confiabilidad <i>kc</i>	76
Tabla 2. 4	Especificaciones técnicas de los cables de tracción del ascensor .	81
Tabla 2. 5	Cantidad de sujeta cables según el diámetro del cable.....	83
Tabla 2. 6	Constantes para estimar la resistencia a la tensión de materiales para resortes	85

Capítulo III

Tabla 3. 1	Registro nacional de discapacidad física.....	92
Tabla 3. 2	Proyección poblacional de tercera edad por provincias	93

Capítulo IV

Tabla 4. 1	Módulos y funciones para el diseño del ascensor	100
Tabla 4. 2	Ventajas y desventajas de interruptor on-off con pulsador	101
Tabla 4. 3	Ventajas y desventajas de interruptor on-off	101
Tabla 4. 4	Ventajas y desventajas de interruptor de palanca	102
Tabla 4. 5	Ventajas y desventajas de sensor de movimiento.....	102
Tabla 4. 6	Ventajas y desventajas de sensor de voz	102
Tabla 4. 7	Ventajas y desventajas de sensor de calor	103
Tabla 4. 8	Ventajas y desventajas de PLC.....	103
Tabla 4. 9	Ventajas y desventajas de Circuitos integrados	103
Tabla 4. 10	Ventajas y desventajas de PIC.....	104
Tabla 4. 11	Ventajas y desventajas de motor de c.c.	105
Tabla 4. 12	Ventajas y desventajas de motor de c.a. asíncrono	105
Tabla 4. 13	Ventajas y desventajas del polipasto eléctrico	106
Tabla 4. 14	Ventajas y desventajas de sistema de poleas.....	106

Tabla 4. 15	Ventajas y desventajas de tambor de arrollamiento	107
Tabla 4. 16	Ventajas y desventajas de sistema electromecánico	107
Tabla 4. 17	Ventajas y desventajas de sistema hidráulico	107
Tabla 4. 18	Ventajas y desventajas de Sistema Neumático.....	108
Tabla 4. 19	Ventajas y desventajas de freno electromagnético	108
Tabla 4. 20	Características de paracaídas	108
Tabla 4. 21	Características de limitador de velocidad	109
Tabla 4. 22	Ventajas y desventajas de plataforma.....	109
Tabla 4. 23	Ventajas y desventajas de cabina	110
Tabla 4. 24	Ventajas y desventajas de ascensor panorámico.....	110
Tabla 4. 25	Ventajas y desventajas de guías en V.....	110
Tabla 4. 26	Ventajas y desventajas de guías T.....	111
Tabla 4. 27	Ventajas y desventajas de guías circulares.....	111
Tabla 4. 28	Determinación de alternativas para el módulo 1	112
Tabla 4. 29	Evaluación de criterios para módulo 1.....	113
Tabla 4. 30	Ponderación para el criterio costo	113
Tabla 4. 31	Ponderación para el criterio instalación.....	114
Tabla 4. 32	Ponderación para el criterio seguridad	114
Tabla 4. 33	Ponderación para el criterio funcionalidad.....	114
Tabla 4. 34	Determinación de prioridades.....	115
Tabla 4. 35	Determinación de alternativas del módulo 2.....	115
Tabla 4. 36	Ponderación de soluciones para el módulo 2.....	117
Tabla 4. 37	Ponderación para el criterio costo	117
Tabla 4. 38	Ponderación para el criterio Instalación.....	117
Tabla 4. 39	Ponderación para el criterio seguridad	118
Tabla 4. 40	Ponderación para el criterio funcionalidad.....	118
Tabla 4. 41	Ponderación para el criterio mantenimiento	118
Tabla 4. 42	Determinación de prioridades.....	119
Tabla 4. 43	Determinación de alternativas del módulo 3.....	120
Tabla 4. 44	Ponderación de soluciones para el módulo 3.....	121
Tabla 4. 45	Ponderación para el criterio costo	121
Tabla 4. 46	Ponderación para el criterio ergonomía.....	122
Tabla 4. 47	Ponderación para el criterio funcionalidad.....	122
Tabla 4. 48	Ponderación para el criterio complejidad.....	122
Tabla 4. 49	Ponderación para el criterio peso	123

Tabla 4. 50 Ponderación para el criterio seguridad	123
Tabla 4. 51 Determinación de prioridades.....	123
Tabla 4. 52 Cargas que actúan en el soporte del motor.....	132
Tabla 4. 53 Clases de cargas.....	136
Tabla 4. 54 Índices de trabajo de los elementos estructurales.....	166
Tabla 4. 55 Clases de cargas.....	184
Tabla 4. 56 Entradas para la programación del ascensor	195
Tabla 4. 57 Salidas para la programación del ascensor.....	196
Tabla 4. 58 Costos de materiales directos	200
Tabla 4. 59 Costos de elementos normalizados.....	201
Tabla 4. 60 Costos de componentes eléctricos y electrónicos.....	202
Tabla 4. 61 Costos de procesos de maquinado	203
Tabla 4. 62 Costos de mano de obra	203
Tabla 4. 63 Costo total directo.....	204
Tabla 4. 64 Costo de materiales indirectos	204
Tabla 4. 65 Costo de mano de obra indirecta.....	205
Tabla 4. 66 Costo total indirecto.....	205
Tabla 4. 67 Costo total	206

Índice de Figuras

Capítulo I

Figura 1. 1 Dispositivo Shadoof.....	25
Figura 1. 2 Grúa de Leonardo Da Vinci.....	25
Figura 1. 3 Ascensor de Otis, patente de 1861	26
Figura 1. 4 Recinto o hueco de un ascensor	27
Figura 1. 5 Perfiles que se emplean para guías de ascensor.....	28
Figura 1. 6 Resortes de amortiguamiento de un ascensor	28
Figura 1. 7 Puertas de acceso de ascensores	29
Figura 1. 8 Interior de cabina de ascensor para transportar personas	29
Figura 1. 9 Contrapeso de concreto para ascensor	30
Figura 1. 10 Sistema de tracción por cables en ascensor	30
Figura 1. 11 Grupo tractor para ascensor conformado por polea, moto- reductor	31
Figura 1. 12 Mecanismo de paracaídas de un ascensor	32
Figura 1. 13 Esquema de un ascensor eléctrico	33
Figura 1. 14 Ascensor Hidráulico	34
Figura 1. 15 Elevador de pistón lateral.....	35
Figura 1. 16 Plataforma hidráulica del tipo tijera	36
Figura 1. 17 Plataforma vertical.....	36

Capítulo II

Figura 2. 1 Esfuerzos fluctuantes en estructura de la cabina	42
Figura 2. 2 Curva de máximo esfuerzo a la tensión (Sut) vs fracción de Sut (f) para vida finita	43
Figura 2. 3 Diagrama de cuerpo libre del soporte del motor	44
Figura 2. 4 Diagramas de cortante y momento flector del soporte del motor ...	45
Figura 2. 5 Vista superior del ascensor y distribución de las cargas	47
Figura 2. 6 Vista superior del ascensor con distribución de cargas.....	49
Figura 2. 7 Vista superior del ascensor con distribución de cargas.....	58
Figura 2. 8 Vista superior del ascensor con distribución de cargas.....	60
Figura 2. 9 Esquema de placa base y dimensiones	64
Figura 2. 10 Esquema de cimentación para columnas estructurales	66

Figura 2. 11 Sección crítica en cimentación para columnas	66
Figura 2. 12 Ubicación de sección crítica para esfuerzos de punzonamiento en cimentación	67
Figura 2. 13 Ubicación de sección crítica en flexión para cimentaciones.....	68
Figura 2. 14 Medidas de cimientos para columnas	69
Figura 2. 15 Esfuerzo sinusoidal completamente invertido	74
Figura 2. 16 Diagrama de sensibilidad a las ranuras para aceros y aleaciones de aluminio sometidos a cargas flexionantes o axiales invertidas alternativamente.....	78
Figura 2. 17 Esfuerzo sinusoidal completamente invertido	79
Figura 2. 18 Distancia recomendada para apretar los sujeta cables o abrazaderas	83
Figura 2. 19 Inercia de placa rectangular	84
Figura 2. 20 Mecanismo de Trinquete.....	88
Figura 2. 21 PLC SIEMENS S7-200, CPU 224	91

Capítulo IV

Figura 4. 1 Gráfico del polipasto eléctrico	119
Figura 4. 2 Gráfico de la cabina seleccionada.....	124
Figura 4. 3 Esquema de la alternativa seleccionada	125
Figura 4. 4 Diagrama de cuerpo libre de la cabina en máxima capacidad	127
Figura 4. 5 Diagrama de cuerpo libre de la cabina en mínima capacidad	128
Figura 4. 6 Fuerzas cíclicas que intervienen en la cabina	128
Figura 4. 7 Ubicación de las fuerzas máxima y mínima respecto al centroide en el plano Y-Z.....	129
Figura 4. 8 Sección transversal de la estructura de la cabina	129
Figura 4. 9 Diagrama de cuerpo libre del soporte del motor	132
Figura 4. 10 Diagramas de cortante y momento flector del soporte del motor para máxima carga.....	133
Figura 4. 11 Diagramas de cortante y momento flector del soporte del motor para mínima carga.....	134
Figura 4. 12 Distribución de carga respecto al eje x.....	137
Figura 4. 13 Distribución de carga respecto al eje y.....	139
Figura 4. 14 Distribución de carga respecto al eje X.....	144

Figura 4. 15 Distribución de carga respecto al eje y.....	145
Figura 4. 16 Distribución de carga respecto al eje x.....	148
Figura 4. 17 Distribución de carga respecto al eje y.....	150
Figura 4. 18 Esquema de rodillo guía.....	153
Figura 4. 19 Medidas y dimensiones de la placa base.....	153
Figura 4. 20 Vista X-Z de la cimentación con las reacciones en la base.....	156
Figura 4. 21 Dimensionamiento de la cimentación.....	157
Figura 4. 22 Esquema de cimentación y sección crítica por cortante.....	159
Figura 4. 23 Distribución de esfuerzos por cortante en la cimentación.....	160
Figura 4. 24 Esquema de cimentación y sección crítica por punzonamiento	162
Figura 4. 25 Esquema de distribución de esfuerzos en sección crítica para flexión	163
Figura 4. 26 Elementos estructurales de la cabina.....	165
Figura 4. 27 Junta de soldadura de filete de la viga AB.....	166
Figura 4. 28 Junta de soldadura entre guía y placa base.....	169
Figura 4. 29 Diagrama de cuerpo libre del tambor.....	174
Figura 4. 30 Diagramas de cortante, momento flector y momento torsor del tambor.....	175
Figura 4. 31 Diagrama de cuerpo libre del eje.....	178
Figura 4. 32 Diagramas de cortante, momento flector y momento torsor del eje	179
Figura 4. 33 Chumacera.....	182
Figura 4. 34 Polipasto eléctrico de cable.....	183
Figura 4. 35 Motor de corriente alterna de 0,4 Watts.....	187
Figura 4.36 Interfaz del software s7 200.....	193
Figura 4.37 Interfaz del software PC SIMU.....	193
Figura 4. 38 Componentes del ascensor.....	194
Figura 4. 39 Detector de objetos.....	197
Figura 4. 40 Sensor de sobrecarga.....	198
Figura 4. 41 Límite de posicionamiento para ascensor.....	199
Figura 4. 42 Botoneras empleadas en ascensores y plataformas.....	199

RESUMEN

En este proyecto se diseña un ascensor para personas con discapacidad física y de la tercera edad, que cumple con las especificaciones y normas de seguridad vigentes en el país. El diseño propuesto es económico y de gran confiabilidad, con gran expectativa para el fortalecimiento de la producción en el país.

Para alcanzar los objetivos planteados se presenta el desarrollo del proyecto en 5 capítulos que se encuentran estructurados de la siguiente forma.

CAPÍTULO 1. Contiene los objetivos trazados, la historia, evolución y clasificación del ascensor.

CAPÍTULO 2. Contiene el marco teórico y toda la matemática responsable para el funcionamiento de cada uno de los componentes del ascensor.

CAPÍTULO 3. Se analiza el posible mercado al que puede beneficiar este proyecto.

CAPÍTULO 4. Contiene la aplicación y el desarrollo del capítulo 2 para el diseño de los componentes mecánicos y de control del ascensor.

CAPÍTULO 5. Se realizan las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron a lo largo del desarrollo de este proyecto.

PRESENTACIÓN

El diseño propuesto tiene como fin, facilitar la movilidad en el interior de las casas nuevas que dispongan de 2 pisos.

Con el desarrollo de este proyecto, se plantea el diseño del ascensor para las personas de la tercera edad y personas con discapacidad física, garantizando la funcionalidad de cada uno de los elementos que intervienen para su fácil operación en una forma confiable y segura.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El continuo crecimiento de ciudades tales como Quito, Guayaquil, Cuenca, etc., ha generado un crecimiento desmesurado de la población y paralelo a esta situación, están los graves problemas de sobrepoblación, contaminación, y déficit en los servicios de primera necesidad para abastecer a las personas que viven en estas ciudades.

Una alternativa para controlar estos serios problemas ha sido la implementación y construcción de edificaciones (oficinas, departamentos, centros comerciales, etc.,) que van desde los 3 pisos hasta los 100 pisos (en otros países) y que cada día albergan más personas de todas las edades y por lo tanto las empresas constructoras necesitan abarcar con las exigencias de los usuarios, desde el medio de transporte más adecuado que se utilizará hasta el tipo de aire acondicionado que instalará en cada piso.

Además, si se agrega a esta realidad que los porcentajes de personas de la tercera edad y con discapacidad física en el país son respectivamente 8% y 12% de acuerdo al Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos (INEC), lo cual incluye un gran efecto en el diseño y desarrollo de los sistemas de transporte, vivienda, comunicación, etc., para hacer más comfortable el estilo de vida de este sector de la población.

Por tal motivo es de gran interés desarrollar un estudio para los medios de transporte verticales llamados ascensores, enfocados hacia las viviendas de las personas de la tercera edad y personas con discapacidad física, ya que ellos son un sector muy vulnerable de la sociedad y que va en aumento, de acuerdo con datos del INEC.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La movilidad para las personas de la tercera edad o con discapacidad física resulta ser un gran problema a la hora de desplazarse de un piso a otro en sus hogares. Especialmente si se considera que muchas de estas personas no cuentan con alguien las 24 horas del día que los pueda ayudar a subir o bajar por las escaleras.

Ante este problema, nuestro reto como estudiantes de ingeniería mecánica es proporcionar un sistema de movilidad, seguro y eficiente en los hogares de estas personas; mejorando el estilo de vida de ancianos y discapacitados físicos.

Para cumplir esta meta se diseñará un ascensor personal que cumpla con los parámetros de carga de 100 kilogramos y una elevación de 3 metros, por lo tanto, el diseño del ascensor propuesto incluye un análisis de las viviendas nuevas que alojarán a las personas que serán beneficiadas y por tal motivo se establecerán parámetros constructivos como: espacio disponible en función de las dimensiones que tenga el ascensor, tipo de construcción base adecuado para sostén del ascensor, tipo de estructura que soporte el peso de la carga del ascensor y facilidades que permitan el libre ingreso y acceso al ascensor.

Como resultado de este proyecto se beneficiarán personas con limitaciones físicas o de la tercera edad.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un ascensor personal que permita la movilidad de personas de la tercera edad o con discapacidad física en viviendas nuevas de dos pisos y con una capacidad de carga de 100 kilogramos.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el tipo de ascensor personal más adecuado para familias con parientes de la tercera edad o con discapacidad física.
- Aportar con una alternativa de movilidad a personas de la tercera edad o con discapacidad física.
- Utilizar en el diseño, materiales existentes en el mercado local.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería mecánica en el desarrollo del proyecto de tesis propuesto.

1.4 HISTORIA DEL ASCENSOR¹

En la antigüedad, los primeros dispositivos de elevación fueron: palancas, poleas, rodillos, cuerdas y planos inclinados, es así, como civilizaciones de la antigua China, India y Egipto crearon dispositivos útiles para realizar sus habituales trabajos de riego, cultivo y construcción de monumentos y edificaciones de templos, como se puede observar en la figura 1.1, uno de los primeros dispositivos de elevación de los antiguos egipcios fue el shadoof, que servía para recoger agua de arroyos y ríos sin tanto esfuerzo.

¹ MIRAVETE, A. LARRODE, E.; 2007; Elevadores: Principios e innovaciones; Reverte; pág. 14

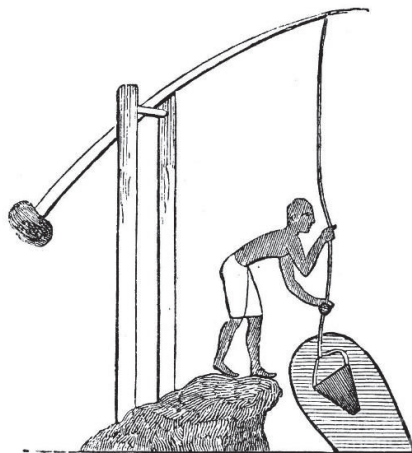


Figura 1. 1 Dispositivo Shadoof

Fuente: ARTE FINA DE AMÉRICA; (Junio del 2012); Historia del Ascensor; Obtenido de: <http://fineartamerica.com/featured/egypt-shadoof-irrigation-granger.html>

En el periodo greco-romano, tres inventores griegos ayudaron en el desarrollo de la tecnología de la elevación: Ctesibio, desarrolló la primera bomba de pistón; Arquímedes, descubrió el tornillo sin fin y Herón de Alejandría, inventó la polea compuesta.

En la Edad Media, Leonardo Da Vinci (ver figura 1.2), crea una grúa móvil para facilitar la construcción y elevar cargas pesadas.



Figura 1. 2 Grúa de Leonardo Da Vinci

Fuente: ARTE FINA DE AMÉRICA; (Junio del 2012); Historia del Ascensor; Obtenido de: <http://fineartamerica.com/featured/egypt-shadoof-irrigation-granger.html>

En 1770 se construyeron ascensores entre pisos en la Ermita del Palacio de Catalina en la ciudad de Pushkin y en la Ermita del Palacio de kuskovo en las cercanías de Moscú.

En 1780, Oliver Evans inventa en los Estados Unidos, un ascensor para el transporte continuo de carga en molinos o en minas, para la descarga de buques o para llenar silos.

En 1845, Sir William Thompson diseñó el primer ascensor hidráulico para elevar cargas.

En 1857, Elisha G. Otis instaló el primer ascensor para personas. En la figura 1.3 se observa el ascensor diseñado por Otis con sistema de seguridad movido por una máquina de vapor y con capacidad de 450 kg y velocidad de 0,2 m/s.

En 1878 se utilizó por primera vez el ascensor hidráulico, sustituyendo el vapor por agua consiguiendo mayores velocidades y recorridos, simplificando el espacio de sus instalaciones.

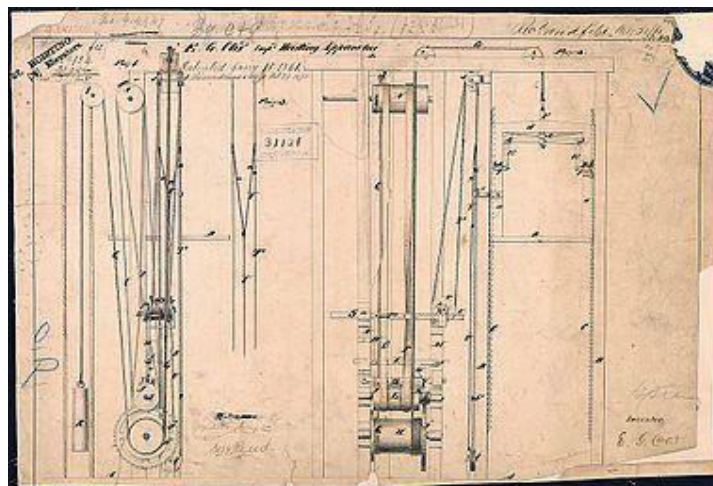


Figura 1. 3 Ascensor de Otis, patente de 1861

Fuente: WIKIPEDIA. ORG; (Junio del 2013); Historia del ascensor; Obtenido de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Ascensor-otis.html>

Los edificios altos eran cada vez más populares y subir largas escaleras un problema, así, surgió la necesidad de un aparato que traslade personas y objetos de un piso a otro con el mínimo esfuerzo.

En 1889 en el Demarest Building en Nueva York se instala el primer ascensor eléctrico que operaba con un motor de corriente continua.

Con este acontecimiento y la utilización de estructuras de acero en la construcción de edificios más altos se desarrolló mucho más la ciencia y tecnología del ascensor, y en 1920 se introdujo el control de señal, que permite detener la cabina con precisión, responder por accionamiento de un botón desde otros pisos, acelerar y desacelerar la cabina.

El 30 de agosto de 1957 se aplicó el primer sistema de puertas automáticas en ascensores de pasajeros.

En la década de 1970 se desarrolló el primer sistema de control con microprocesador integrado, reemplazando la electromecánica por la electrónica.

En la década de 1980 se introduce el sistema de frecuencia variable y el motor lineal para ascensores que eliminó la necesidad de cuarto de máquinas e implantó ahorro económico, energético y de espacio.

1.4.1 PARTES CONSTITUTIVAS DEL ASCENSOR

1.4.1.1 Recinto o Hueco

Es el espacio por el cual se desplaza la cabina y el contrapeso, como se puede observar en la figura 1.4.



Figura 1. 4 Recinto o hueco de un ascensor

Fuente: SANTANA, J.; (Junio del 2013); Partes del ascensor; Obtenido de: <http://www.rescateascensores.es/Contenido.html>

1.4.1.2 Guía de Cabina

Es el elemento estructural que guía el desplazamiento de la cabina en el recinto o hueco. En la figura 1.5 se puede observar perfiles que se emplean para guía de ascensores.

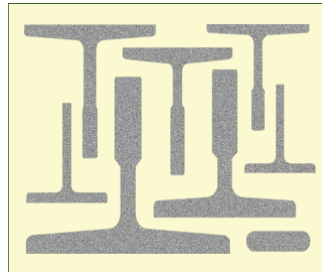


Figura 1. 5 Perfiles que se emplean para guías de ascensor

Fuente: SANTANA, J.; (Junio del 2013); Partes del ascensor; Obtenido de: <http://www.rescateascensores.es/Contenido.html>

1.4.1.3 Amortiguadores

En la figura 1.6 se puede observar un sistema de frenado de resortes que sirve de tope final en la carrera del ascensor en el recinto o hueco.



Figura 1. 6 Resortes de amortiguamiento de un ascensor

Fuente: TEJASA, T.; (Julio del 2013); Sistemas de Amortiguamiento de ascensores; Obtenido de: http://www.tejasa.es/productos/suspensionesm/amor_sis_ret.html

1.4.1.4 Puertas de Acceso

Son los elementos de seguridad que permiten el ingreso de personas o cosas al interior del ascensor; los modelos son muy variados como se observa en la figura 1.7. Las puertas son controladas manual o automáticamente por medio de sensores.



Figura 1. 7 Puertas de acceso de ascensores

Fuente: BLAZQUEZ, E.; (Febrero del 2013); Partes Constitutivas del Ascensor; Obtenido de: <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/ascensor%20electrico.html>

1.4.1.5 Cabina

Es el elemento que recibe y transporta personas u objetos de un nivel a otro. En la figura 1.8 se observa el interior de una cabina común para transportar personas en edificaciones.



Figura 1. 8 Interior de cabina de ascensor para transportar personas

Fuente: BLAZQUEZ, E.; (Febrero del 2013); Partes Constitutivas del Ascensor; Obtenido de: <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/ascensor%20electrico.html>

1.4.1.6 Contrapeso

Es el elemento que neutraliza la carga que actúan sobre el ascensor y constituye su componente más pesado. El contrapeso puede ser fabricado por lo general de concreto armado como el de la figura 1.9.

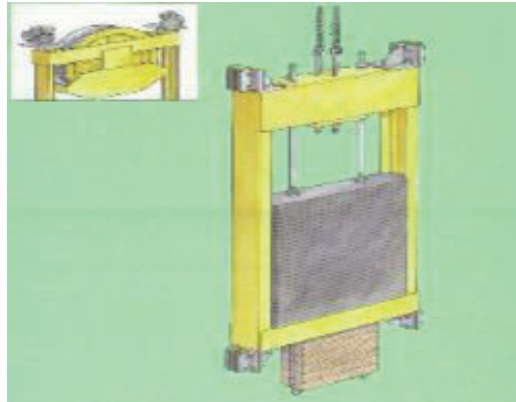


Figura 1. 9 Contrapeso de concreto para ascensor

Fuente: SUÁREZ, L.; (Abril del 2011); Componentes de un Ascensor; Obtenido de: http://www.geocities.ws/ocundumi/Articulo_Suarez_Cundumi.pdf

1.4.1.7 Cables de Suspensión

Son elementos de tracción que transmiten la fuerza que genera el sistema motriz hacia la cabina y contrapeso como se puede observar en la figura 1.10.



Figura 1. 10 Sistema de tracción por cables en ascensor

Fuente: BLAZQUEZ, E.; (Febrero del 2013); Partes Constitutivas del Ascensor; Obtenido de: <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/ascensor%20electrico.html>

1.4.1.8 Grupo Tractor

Está constituido por un motor acoplado a un reductor de velocidad y en el eje de salida se halla una polea acanalada que arrastra los cables por adherencia como se puede observar en la figura 1.11.



Figura 1. 11 Grupo tractor para ascensor conformado por polea, moto- reductor

Fuente: BLAZQUEZ, E.; (Febrero del 2013); Partes Constitutivas del Ascensor; Obtenido de: <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/ascensor%20electrico.html>

1.4.1.9 Equipo de Maniobra

El equipo de maniobra del ascensor está constituido por dispositivos electrónicos de control y se encargan del funcionamiento, movimiento, parada y detección de la cabina y los pisos seleccionados en las botoneras internas o de cada piso.

Los controles de ascensores funcionan con microprocesadores electrónicos que mediante algoritmos de inteligencia artificial determinan la forma de administrar la respuesta a los pedidos de llamadas coordinando los distintos equipos para trabajar en conjunto.

1.4.2 DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

La seguridad es un elemento clave en los ascensores. Para maximizar la seguridad se emplean varios dispositivos específicos.

1.4.2.1 Enclavamiento Electromecánico de Puertas

Cada puerta tiene un brazo con una ruedita, que al ser oprimido permite el destrabe de la puerta, y cuando está mecánicamente trabada por un gancho de doble uña, queda habilitada la parte eléctrica para desplazar el ascensor.

1.4.2.2 Paracaídas de Rotura

Es un sistema de palancas cuyo movimiento acciona cuñas o rodillos que se encuentran en una caja junto a las guías. Si la cabina desciende en caída libre las guías son mordidas por las cuñas o rodillos y se produce la detención de la cabina.

1.4.2.3 Limitador de Velocidad

En la figura 1.12 se observa un mecanismo limitador de velocidad, el mismo que está compuesto por dos poleas que se instalan verticalmente alineadas en el motor y foso, a través de las cuales pasa un cable de acero cuyos extremos están en un punto fijo del bastidor de la cabina y el otro en un sistema de palancas que se encuentra en la parte superior del bastidor.



Figura 1. 12 Mecanismo de paracaídas de un ascensor

Fuente: BLAZQUEZ, E.; (Febrero del 2013); Partes Constitutivas del Ascensor; Obtenido de: <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/ascensor%20electrico.html>

1.4.2.4 Finales de Carrera

Interrumpen la alimentación cuando la cabina rebasa los extremos en ascenso o en descenso.

1.4.2.5 Dispositivo de Parada de Emergencia

Son dispositivos que interrumpen la maniobra y cortan la alimentación del grupo tractor. Por lo general son sensores que miden parámetros como velocidad, presión, carga y detección infrarroja.

1.4.2.6 Timbre de Alarma

Lo utilizan los pasajeros en caso de emergencia y puede o no estar conectado a una línea de teléfono desde la que se puede solicitar asistencia en caso de quedar atrapado.

1.4.3 TIPOS DE ASCENSORES

1.4.3.1 Ascensores Eléctricos

Está formado básicamente por un grupo tractor constituido de un motor eléctrico de corriente alterna o continua, un reductor de velocidad y una polea o tambor de arrollamiento. Incorpora o no cuarto de máquinas y todos los elementos descritos en las secciones anteriores como se observa en la figura 1.13.²

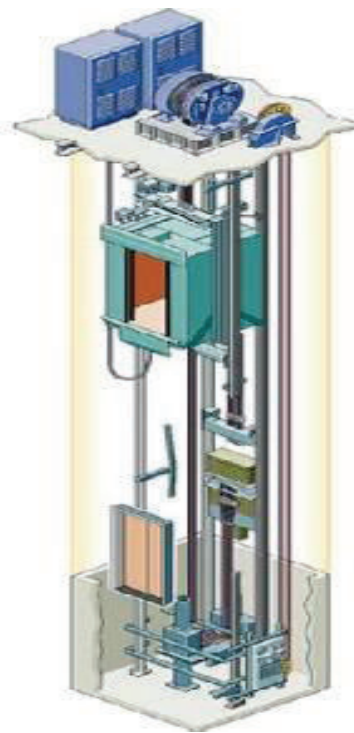


Figura 1. 13 Esquema de un ascensor eléctrico

Fuente: EGUREN, K.; (Julio del 2013); Ascensor eléctrico; Obtenido de: <http://www.ascensoreseguren.com/productos/ascensores-para-personas/ascensores-electricos-maquina-arriba.html>

² MIRAVETE, A. LARRODE, E.; 2007; Elevadores: Principios e innovaciones; Reverte; pág. 16

1.4.3.2 Ascensores Hidráulicos

Estos ascensores son operados por la presión de un fluido y elevan la plataforma, por lo general, a través de la utilización de aceite hidráulico a presión. Las leves variaciones de velocidad son posibles debido a las fluctuaciones de temperatura, los cuales pueden cambiar la viscosidad del aceite hidráulico.

Es más fácil de instalar ya que no requiere contrapeso por lo tanto el hueco es más pequeño que el de un ascensor eléctrico. En la figura 1.14 se observa un ascensor hidráulico.

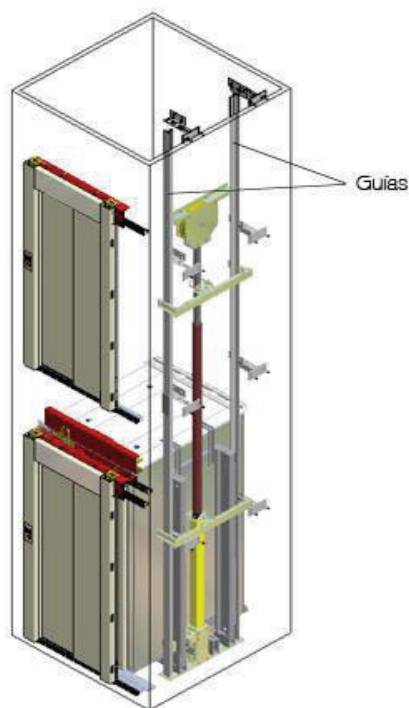


Figura 1. 14 Ascensor Hidráulico

Fuente: GMV; (Febrero del 2011); Ascensor Hidráulico; Obtenido de: <http://blog.gmveurolift.es/tipos-de-guias-para-ascensores.html>

1.4.3.3 Ascensores Neumáticos

Está formado por un conducto vertical cilíndrico y una cabina que se desplaza en el interior de dicho conducto por medio de las diferencias de presión que se generan en la parte superior e inferiores de la cabina.

1.4.4 ASCENSORES PARA DISCAPACITADOS

Se utilizan para transportar personas en condición de discapacidad física o personas de la tercera edad. Estos equipos permiten acceder a zonas elevadas con mayor facilidad.

1.4.4.1 Ascensores Hidráulicos para Discapacitados

1.4.4.1.1 Tipo pistón lateral

El ascensor de la figura 1.15 es un ascensor de pistón lateral de velocidad de operación variada que se puede adaptar a las necesidades de personas con discapacidad. Son equipos de instalación rápida y barata.

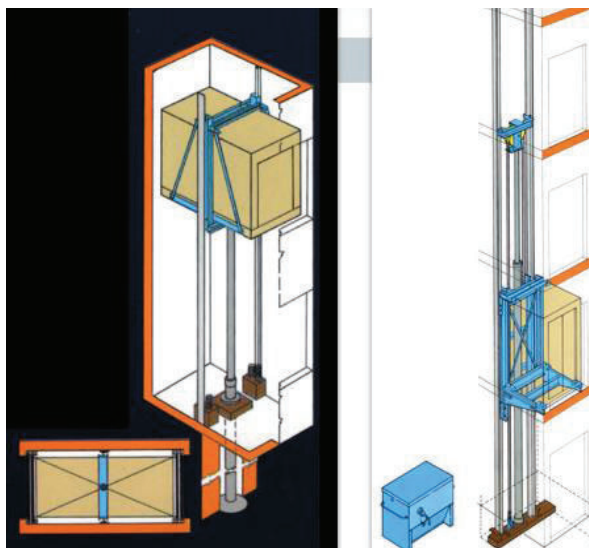


Figura 1. 15 Elevador de pistón lateral

Fuente: CAMERON, P.; (Octubre del 2014): Ascensores para Discapacitados; Obtenido de <http://www.boletinindustrial.com/producto.aspx?pid=61789>

1.4.4.1.2 Plataforma hidráulica de tipo tijera

La figura 1.16 consiste en una máquina hidráulica tipo tijera que puede ser fija o móvil. Por lo general, esta clase de plataformas trabajan con una fosa en el subsuelo en la cual los tijerales se comprimen como parte del circuito de elevación.

Permiten el ingreso de una persona en silla de ruedas con total comodidad.



Figura 1. 16 Plataforma hidráulica del tipo tijera

Fuente: CAMERON, P.; (Octubre del 2014): Ascensores para Discapacitados; Obtenido de <http://www.boletinindustrial.com/producto.aspx?pid=61789>

1.4.4.1.3 Plataforma vertical

La plataforma vertical de la figura 1.17, es ideal para personas en sillas de ruedas y de la tercera edad; ofrece una autosuficiencia total a cualquier usuario ya que dispone de un motor y cuadro de maniobras incorporado dentro de la plataforma.



Figura 1. 17 Plataforma vertical

Fuente: OTIS, O.; (Octubre del 2014); Boletín Industrial de Otis; Obtenido de: <http://www.boletinindustrial.com/producto.aspx?pid=61789.html>

1.4.5 CONTROL AUTOMÁTICO

1.4.5.1 Introducción

El control automático es una parte importante de los procesos modernos industriales y de manufactura hoy en día.

Se puede decir que el control automático mantiene un valor deseado dentro de una condición, midiendo el valor existente y comparándolo con el valor deseado. En consecuencia, el control automático exige un lazo cerrado de acción y reacción que funcione sin la intervención humana.

1.4.5.2 Definiciones

- Sistema

Es una combinación de elementos con un objetivo determinado.

- Perturbaciones

Señales que producen variaciones en la salida del sistema y pueden ser internas o externas.

- Retroalimentación

Relación secuencial entre las causas y efectos de las variables de estado.

1.4.5.3 Aplicaciones

Las aplicaciones del control automático en la actualidad son muy extensas, variadas e importantes. Entre ellas es la del control de robots y manipuladores en la industria de manufactura. Desde la líneas de ensamble de automóviles hasta las celdas robotizadas de soldadura. Las razones principales para este éxito son la alta calidad del trabajo, el ahorro de tiempo y la reducción del costo de producción.

1.4.5.4 Sistema de Control

1.4.5.4.1 Introducción

Un Sistema de Control es el conjunto de dispositivos que recibe variables de entrada y entrega variables de salida con la finalidad de regular la conducta de un sistema.

1.4.5.4.2 Clasificación de los sistemas de control

Según su comportamiento, los sistemas de control son:

Sistema de Control de Lazo Abierto

Sistema donde la señal de entrada da como resultado una señal de salida independiente de ésta y no tiene retroalimentación.

Sistema de Control de Lazo Cerrado

Sistema donde la señal o variable de entrada está en función de la variable de salida y tiene retroalimentación.

1.4.5.4.3 Elementos de Control

- Sensor

Dispositivo que detecta magnitudes físico-químicas o entradas las cuales se transforman en señales eléctricas.

- Controlador

Es el dispositivo que recibe información de los sensores, la procesa y ordena a los dispositivos actuadores intervengan en el sistema para controlar las variables de salida. El ejemplo más común de controladores es el PLC.

- Pre-actuador

Elemento de interfaz, cuya entrada es la señal eléctrica que sale del controlador y su salida se ejecuta en un actuador, como por ejemplo: electroválvulas, relés y variadores de frecuencia.

- Actuador

Es el elemento que recibe la orden y la adapta a un nivel seguro la variable de salida.

1.5 NORMAS NACIONALES VIGENTES

Las normas vigentes en el Ecuador para el diseño y la construcción de ascensores de pasajeros y carga son las siguientes:

CPE INEN 18-2013: Código de seguridad de ascensores para pasajeros. Requisitos de Seguridad.³

Establece los requisitos mínimos que deben cumplir los ascensores eléctricos e hidráulicos para pasajeros instalados en edificios a fin de proveer seguridad en el transporte.

Los requisitos más sobresalientes son:

- Todo ascensor debe estar provisto de paracaídas.
- Los ascensores deben tener un sistema limitador de velocidad
- Todo ascensor debe tener finales de carrera superiores e inferiores.
- Las seguridades instaladas en las puertas de piso y cabina del ascensor deben impedir el viaje cuando estas se abran.
- Los motores del ascensor deben estar protegidos mediante dispositivos adecuados contra corrientes eléctricas excesivas, sobrecalentamientos y sobrecargas.
- Todo ascensor debe contar con amortiguadores para reducir el impacto en la parada inferior.
- Todo control debe tener un disyuntor que corte la energía eléctrica.
- Todo control debe estar conectado a tierra.
- La altura libre interior de la cabina debe ser 2 [m] como mínimo.

NTE INEN 2 299-2001: Accesibilidad de personas con discapacidad y movilidad reducida al medio físico. Ascensores.⁴

Establece los requisitos que deben cumplir los ascensores en los edificios, de tal forma que permitan la accesibilidad de las personas con discapacidad y movilidad reducida.

Los requisitos más sobresalientes son:

³ Instituto Ecuatoriano de Estándares y Normalización; (2013); Código de seguridad de ascensores para pasajeros. Requisitos de Seguridad

⁴ Instituto Ecuatoriano de Estándares y Normalización; (2001); Accesibilidad de personas con discapacidad y movilidad reducida al medio físico. Ascensores

- Las dimensiones mínimas libres del interior de la cabina del ascensor deben ser: 1,2x1,4 [m^2] para permitir el libre giro de la silla de ruedas.
- En ningún caso el tiempo de apertura será menor a 5 segundos respondiendo a una llamada exterior y a 3 segundos respondiendo a una llamada interior.
- Por lo menos una de las paredes interiores del ascensor debe tener un pasamano ubicado a 900 [mm] de alto.
- La cabina del ascensor debe estar provisto de piso antideslizante.
- El mecanismo de apertura de puertas debe estar provisto de un sensor automático ubicado máximo a 800 [mm] del piso.
- La intensidad luminosa en el interior de la cabina no debe ser menor a 100 lux.
- El tablero de control interior debe estar a una altura máxima de 1200 [mm] desde el piso de la cabina hasta el borde superior del tablero.
- La separación entre el suelo firme y el piso de la cabina debe tener una tolerancia horizontal de 20 [mm].

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

El sistema estructural del ascensor está constituido por los siguientes elementos:

- Cabina
- Soporte de motor
- Guías
- Placa base

Los elementos descritos mantienen su estabilidad a través de:

- Rodillos Guía
- Cimentaciones
- Anclajes
- Juntas soldadas

Los componentes estructurales del ascensor se diseñarán a fatiga y estáticamente para lo cual se analiza el ascensor para carga máxima y sin carga. La carga máxima está constituida por: el peso total de la estructura, accesorios y carga útil; mientras que, el diseño sin carga no considera la carga útil.

La finalidad al plantear estos antecedentes en el diseño estructural es para determinar los esfuerzos a fatiga que afectan los componentes de la estructura durante la vida útil del ascensor.

2.1.1 ESTRUCTURA DE LA CABINA

La estructura de la cabina soportará cargas de flexión y los esfuerzos a fatiga que se desarrollan en los miembros estructurales se asemejan a esfuerzos fluctuantes como se indica en la figura 2.1.

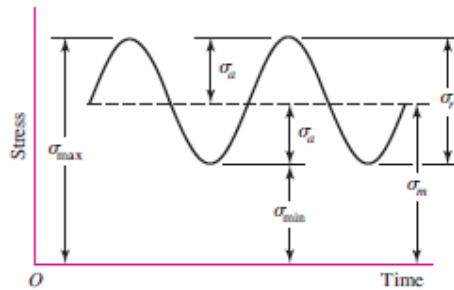


Figura 2. 1 Esfuerzos fluctuantes en estructura de la cabina

Fuente: SHIGLEY; (2008); "Diseño en Ingeniería Mecánica"; 8va Edición; McGraw Hill; Pág.: 293

Donde las componentes del esfuerzo son:

σ_{max} =Componente máximo de esfuerzo

σ_{min} =Componente mínimo de esfuerzo

σ_a = Componente de la amplitud

σ_m = Componente de esfuerzo medio

σ_r = Intervalo de esfuerzo

2.1.1.1 Análisis Dinámico de la Estructura de la Cabina⁵

El análisis de fatiga en la estructura de la cabina está determinado por el número de ciclos en la vida útil del ascensor y se obtiene con la ecuación:

$$N = U_{\text{día}} * D_{\text{año}} * V_{\text{útil}} \quad \text{Ec. (2.1)}$$

Donde:

N : Número de ciclos en la vida útil del elemento [ciclos]

$U_{\text{día}}$: Número de usos por día [usos/día]

$D_{\text{año}}$: Días por año [días/año]

$V_{\text{útil}}$: Vida útil estimada del elemento [años]

A partir del número de ciclos se determina:

⁵ SHIGLEY; (2008); "Diseño en Ingeniería Mecánica"; 8va Edición; McGraw Hill; México

$N \leq 10^6$ ciclos, Fatiga para vida finita

$N > 10^6$ ciclos, Fatiga para vida infinita

Para vida finita se obtiene:

$$S_f = a * N^b \quad \text{Ec. (2.2)}$$

$$a = \frac{(f * S_{ut})^2}{S_e} \quad \text{Ec. (2.3)}$$

$$b = -\frac{1}{3} * \log\left(\frac{f * S_{ut}}{S_e}\right) \quad \text{Ec. (2.4)}$$

Donde:

S_f : Resistencia a la fatiga para vida finita [MPa]

a : Constante de diseño a fatiga para vida finita [MPa]

b : Constante de diseño a fatiga para vida finita

S_{ut} : Resistencia última a la tracción del material del elemento [MPa]

S_e : Resistencia a la fatiga para vida infinita [MPa]

f : Fracción de S_{ut} para vida finita, se obtiene de la figura 2.2.

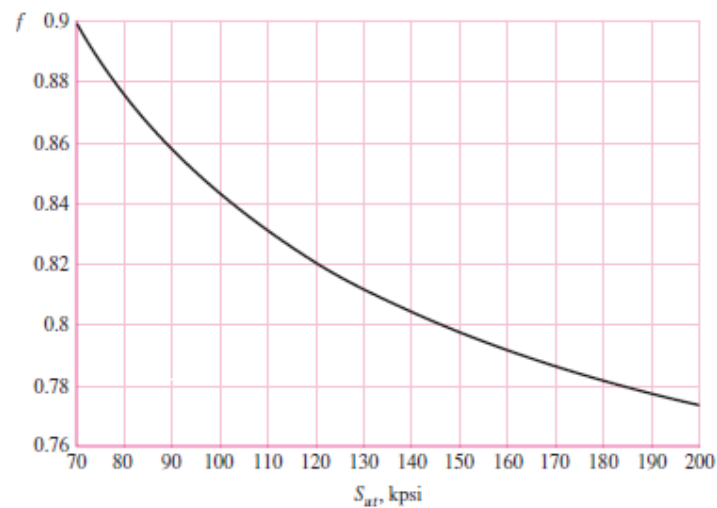


Figura 2.2 Curva de máximo esfuerzo a la tensión (S_{ut}) vs fracción de S_{ut} (f) para vida finita

Fuente: SHIGLEY; (2008); "Diseño en Ingeniería Mecánica"; 8va Edición; McGraw Hill; Pág.: 277

Para vida infinita se realizan los cálculos que se indican en la sección 2.5.1.2.

Cualquier elemento de máquinas o estructural sometido a flexión y torsión genera respectivamente esfuerzos (σ) y (τ).

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}} * c}{I} \quad \text{Ec. (2.5)}$$

$$\tau = \frac{T_{\text{máx}} * c}{J} \quad \text{Ec. (2.6)}$$

Donde:

c : Distancia desde eje neutro y la última fibra del eje o perfil [m]

I : Inercia de la sección transversal del eje [m^4], ver ANEXO A.1.

J : Inercia polar de la sección transversal del eje [m^4], ver el ANEXO A.1.

$M_{\text{máx}}$: Momentor flector máximo [MPa]

$T_{\text{máx}}$: Momentor torsor máximo [MPa]

2.1.2 SOPORTE DEL MOTOR

El soporte de motor es el elemento estructural que resiste las cargas producidas por los pesos de la cabina, motor, cable y carga útil y se dividen en dos fuerzas que se encuentran a 100 [mm] del extremo del tubo estructural como se indica en la figura 2.3.

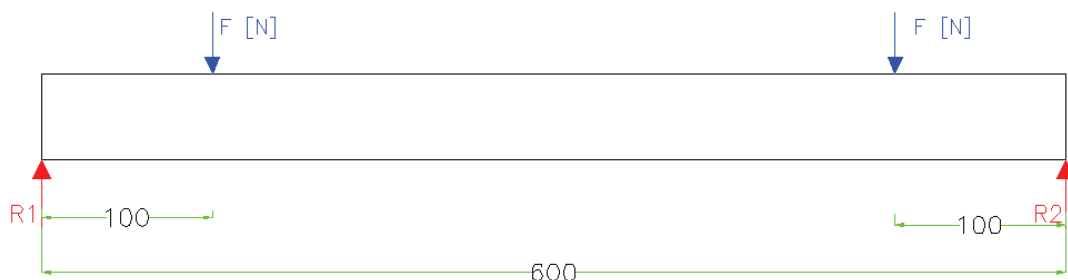


Figura 2. 3 Diagrama de cuerpo libre del soporte del motor

Fuente: Propia

2.1.2.1 Análisis Estático del Soporte del Motor

Para la figura 2.3 los diagramas de cortante y momento flector se representan en la figura 2.4.

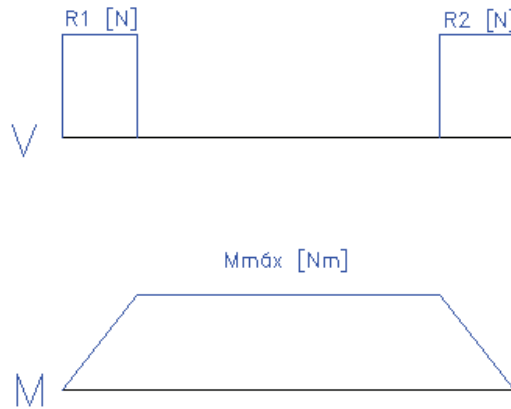


Figura 2. 4 Diagramas de cortante y momento flector del soporte del motor

Fuente: Propia

El momento flector es:

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}} * c}{I}$$

Los valores respectivos de c e I se obtienen del ANEXO A.2.

El factor de seguridad es:

$$Fs = \frac{S_y}{\sigma}$$

2.1.2.2 Análisis Dinámico del Soporte del Motor

Realizar el análisis de la sección 2.5.1.2.

2.1.3 ANÁLISIS DE JUNTAS SOLDADAS

Para el diseño de las juntas soldadas se considera los efectos de torsión y flexión.

2.1.3.1 Análisis de Juntas Soldadas a Torsión

Una junta soldada y sometida a torsión produce dos efectos:

- El cortante (V) generan un esfuerzo (τ').
- El momento (T) produce un esfuerzo secundario (τ'').

El esfuerzo (τ') es:

$$\tau' = \frac{V}{A_g} \text{ [MPa]} \quad \text{Ec. (2.7)}$$

Donde:

A_g : Área total de la garganta de soldadura a torsión, ver en el ANEXO A.3.

El esfuerzo (τ'') es equivalente a la fórmula de la ecuación 2.6, con los siguientes cambios:

c : Distancia del centroide de la junta soldada hasta el punto de soldadura más lejano.A

J : Inercia polar en juntas soldadas a torsión.

$$J = 0,707 * h * J_U \quad \text{Ec. (2.8)}$$

Donde:

J_U : Momento de inercia polar unitaria [m^3], ver el ANEXO A.3.

h : Tamaño de la soldadura de filete [m], ver el ANEXO A.5.

2.1.3.2 Análisis de Juntas Soldadas a Flexión

Una viga a flexión evidencia dos reacciones:

- El cortante (V) genera un esfuerzo (τ'), idéntico al de la fórmula 2.7 con la diferencia que (A_g) se obtiene del ANEXO A.4.
- El momento (M) genera un esfuerzo normal (σ) equivalente a la fórmula de la ecuación 2.5, con los siguientes cambios:

c : Distancia del centroide de la junta soldada hasta el punto de soldadura más lejano.

I : Inercia de sección transversal en juntas soldadas a flexión.

$$I = 0,707 * h * I_U \quad \text{Ec. (2.9)}$$

Donde:

I_U : Momento de inercia unitaria [m^3], ver el ANEXO A.4.

h : Tamaño de la soldadura de filete [m], ver el ANEXO A.5.

2.1.4 GUÍAS DE LA CABINA

Las guías deben tener la suficiente resistencia mecánica para no romperse y no sufrir deformaciones permanentes.

2.1.4.1 Análisis de esfuerzos bajo la acción de un componente de seguridad⁶

2.1.4.1.1 Esfuerzo de flexión

a) Esfuerzos debido a la acción de las fuerzas de guiado referente al eje Y

CASO 1: Parámetros de carga referente al eje X

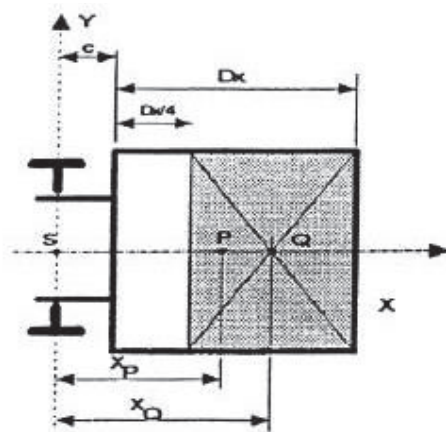


Figura 2. 5 Vista superior del ascensor y distribución de las cargas

Fuente: AENOR; (1999); Norma UNE EN-81-2: Normas de Seguridad para la Construcción e Instalación de Ascensores; Pág.: 152, 153

La distancia de la carga nominal (**Q**) viene determinada por las ecuaciones:

$$x_Q = c + \frac{5}{8} \cdot D_x \quad y_Q > 0 \quad \text{Ec. (2.10)}$$

$$x_p > 0 \quad y_p > 0$$

Donde:

D_x : distancia (m)

⁶ Norma Europea EN 81-2; 1999; España

c : distancia entre guía y cabina (m)

- La fuerza aplicada a las guías

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_p)}{n \cdot h} \quad \text{Ec. (2.11)}$$

Donde:

k_1 : factor de impacto según la tabla 2.1.

g_n : gravedad (9.81 m/s²)

P : masa de la cabina vacía y sus componentes (cables, cadenas) en (kg)

Q : carga nominal en (kg)

x_Q : distancia respecto al eje Y (m)

x_p : posición de la masa de la cabina respecto al eje Y (m)

n : número de guías

h : distancia entre las guías de la cabina en (m)

- El momentos flector

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} \quad \text{Ec. (2.12)}$$

Donde:

F_x : fuerza aplicada en guías según eje X (N)

l : máxima distancia entre fijación de las guías (m)

- Esfuerzo de flexión

$$\sigma_y = \frac{M_Y}{W_Y} \quad \text{Ec. (2.13)}$$

Donde:

M_Y : momento flector según el eje Y (Nm)

W_Y : sección transversal (m³)

b) Esfuerzo debido a las fuerzas de guiado referente al eje X:

Tabla 2. 1 Tabla de factores de impacto

Impacto por	Factor de impacto	Valor
Actuación de paracaídas instantáneo o dispositivo de bloqueo, excepto de tipo de rodillo	k_1	5
Actuación de - paracaídas instantáneo de tipo de rodillo; - dispositivo de bloqueo de tipo de rodillo; - dispositivo de retén con amortiguador de tipo de acumulación de energía; - amortiguador de acumulación de energía.		3
Actuación de paracaídas progresivo, o dispositivo de bloqueo progresivo, o dispositivo de retén con amortiguador de tipo de disipación de energía, o amortiguador de tipo de disipación de energía		2
Válvula paracaídas		2
Funcionando	K_2	1,2
Partes auxiliares	k_3	(...) ¹⁾
1) El valor tiene que determinarse por el fabricante, puesto que depende de cada instalación real.		

Fuente: AENOR; (1999); Norma UNE EN-81-2: Normas de Seguridad para la Construcción e Instalación de Ascensores; Pág.: 152, 153

CASO 2: Parámetros de carga referente al eje Y

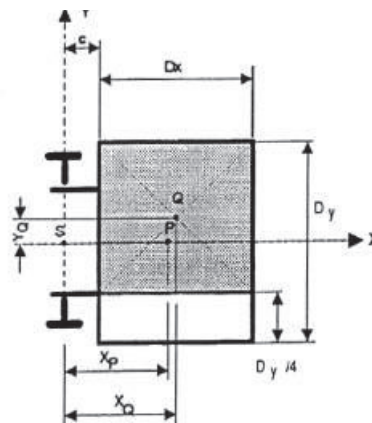


Figura 2. 6 Vista superior del ascensor con distribución de cargas

Fuente: AENOR; (1999); Norma UNE EN-81-2: Normas de Seguridad para la Construcción e Instalación de Ascensores; Pág.: 152, 153

La distancia de la carga nominal Q viene determinada por las ecuaciones:

$$x_Q = c + \frac{D_x}{2} \quad y_Q = \frac{1}{8} \cdot D_Y \quad \text{Ec. (2.14)}$$

$$x_p > 0 \quad y_p > 0$$

Donde:

D_x : distancia (m)

D_Y : ancho de cabina (m)

c : distancia entre guía y cabina (m)

- La fuerza aplicada a las guías

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_p)}{\frac{n}{2} \cdot h} \quad \text{Ec. (2.15)}$$

Donde:

k_1 : factor de impacto según la tabla 2.1.

g_n : gravedad (9.81 m/s²)

P : masa de la cabina vacía y sus componentes (cables, cadenas) en (kg)

Q : carga nominal (kg)

y_Q : distancia respecto al eje X (m)

y_p : posición de la masa de la cabina respecto al eje X (m)

n : número de guías

h : distancia entre las guías de la cabina en (m)

- El momentos flector

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} \quad \text{Ec. (2.16)}$$

Donde:

F_y : fuerza aplicada a las guías respecto al eje Y (N)

l : máxima distancia entre fijación de guías (m)

- Esfuerzo de flexión

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \quad \text{Ec. (2.17)}$$

Donde:

M_x : momento flector según el eje X (Nm)

W_x : sección transversal (m³)

2.1.4.1.2 Esfuerzo de pandeo

La fuerza de pandeo a la que está sometida la guía debido a la fuerza de frenado que se produce por la acción del paracaídas

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + Q)}{n} \quad \text{Ec. (2.18)}$$

Donde:

K_1 : factor de impacto según la tabla 2.1.

g_n : gravedad (9.81 m/s²)

P : masa de la cabina vacía y sus componentes (cables, cadenas) en (kg)

Q : carga nominal en (kg)

n : número de guías

El esfuerzo de pandeo se determina por la siguiente ecuación:

$$\sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A} \quad \text{Ec. (2.19)}$$

Donde:

F_k : fuerza de pandeo (N)

k_3 : factor de impacto según la tabla 2.1.

M : fuerza en la guía debido a elementos auxiliares (N)

w: factor de deformación omega

A: área de la sección transversal de guía

2.1.4.1.3 Esfuerzos combinados

Es la combinación de esfuerzos de flexión y pandeo a los que se encuentran sometidas las guías

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm} \quad \text{Ec. (2.20)}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m \leq \sigma_{perm}$$

Donde:

σ_m : esfuerzo de flexión (N/m²)

σ_x : esfuerzo de flexión en eje X (MPa)

σ_y : esfuerzo de flexión en eje Y (MPa)

σ : esfuerzo de flexión y compresión (MPa)

F_k : factor de impacto

M: fuerza en la guía debido a elementos auxiliares (N)

A: sección transversal de guía (m²)

σ_c : esfuerzo de flexión y pandeo (N/m²)

σ_k : esfuerzo de pandeo (MPa)

σ_{perm} : esfuerzo admisible (MPa)

2.1.4.1.4 Esfuerzos de torsión de la base

Es la consecuencia de la fuerza ejercida por los apoyos de la cabina sobre la base de las guías (perfiles en T)

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm} \quad \text{Ec. (2.21)}$$

Donde:

F_x : es la fuerza ejercida sobre la base (N)

c : ancho entre la guía y cabina (m)

σ_{perm} : esfuerzo admisible (MPa)

2.1.4.1.5 Flechas

Deflexiones debido a las fuerzas ejercidas sobre las guías

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm} \quad \text{Ec. (2.22)}$$

$$\delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm} \quad \text{Ec. (2.23)}$$

Donde:

δ_x : flecha en eje X (m)

F_x : fuerza de apoyo ejercida en eje X (N)

l : distancia máxima entre fijación de guía (m)

E : módulo de elasticidad

I_y : momento de inercia en el eje Y (m)

δ_y : flecha en el eje Y (m)

F_y : fuerza de apoyo ejercida en eje Y (N)

I_x : momento de inercia en el eje X (m)

δ_{perm} : flecha admisible

2.1.4.2 Análisis de esfuerzos en funcionamiento normal (sin carga)

2.1.4.2.1 Esfuerzo de flexión

a) Esfuerzos debido a la acción de las fuerzas de guiado referente al eje Y

CASO 1: Parámetros de carga referente al eje X

- La fuerza aplicada a las guías

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (x_Q - x_S) + P(x_P - x_S)]}{n \cdot h} \quad \text{Ec. (2.24)}$$

Donde:

K_2 : factor de impacto según la tabla 2.1.

g_n : gravedad (9.81 m/s²)

P : masa de la cabina vacía y sus componentes (cables, cadenas) en (kg)

Q : carga nominal en (kg)

x_Q : distancia de la carga nominal según eje Y (m)

x_S : centro de suspensión según eje Y (m)

x_P : posición de la masa de la cabina según eje Y (m)

n : número de guías

h : distancia entre las guías de la cabina en (m)

- El momentos flector

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} \quad \text{Ec. (2.25)}$$

Donde:

F_x : fuerza aplicada a guías respecto al eje X (N)

l : máxima distancia entre fijación de guías (m)

- Esfuerzo de flexión

$$\sigma_y = \frac{M_Y}{W_Y} \quad \text{Ec. (2.26)}$$

Donde:

M_Y : momento flector según eje Y (Nm)

W_Y : sección transversal (m^3)

- b) Esfuerzos debido a la acción de las fuerzas de guiado referente al eje X

CASO 2: Parámetros de carga referente al eje Y

- La fuerza aplicada a las guías

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (y_Q - y_S) + P(y_P - y_S)]}{\frac{n}{2} \cdot h} \quad \text{Ec. (2.27)}$$

Donde:

K_2 : factor de impacto según la tabla 2.1.

g_n : gravedad (9.81 m/s^2)

P : masa de la cabina vacía y sus componentes (cables, cadenas) en (kg)

Q : carga nominal en (kg)

y_Q : distancia de la carga nominal según eje X (m)

y_S : posición del centro de la suspensión según eje X (m)

y_P : posición de la masa de la cabina según eje X (m)

n : número de guías

h : distancia entre las guías de la cabina en (m)

- El momentos flector

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} \quad \text{Ec. (2.28)}$$

Donde:

F_y : fuerza aplicada a las guías referente el eje Y (N)

l : máxima distancia entre fijación de guías (m)

- Esfuerzo de flexión

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \quad \text{Ec. (2.29)}$$

Donde:

M_x : momento flector según eje X (Nm)

W_x : sección transversal (m³)

2.1.4.2.2 Esfuerzo de pandeo

No existe ningún esfuerzo de pandeo durante la carga en utilización normal, ya que no hay acción del paracaídas

2.1.4.2.3 Esfuerzos combinados

Es la combinación de esfuerzos de flexión y pandeo a las que se encuentran sometidas las guías

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm} \quad \text{Ec. (2.30)}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

Donde:

σ_m : esfuerzo de flexión (N/m²)

σ_x : esfuerzo de flexión en eje X (MPa)

σ_y : esfuerzo de flexión en eje Y (MPa)

σ : esfuerzo de flexión y compresión (MPa)

M: fuerza en la guía debida a elementos auxiliares (N)

A: sección transversal de guía (m²)

σ_{perm} : esfuerzo admisible (MPa)

2.1.4.2.4 Esfuerzos de torsión de la base

Es la fuerza ejercida por los apoyos de la cabina que actúa en la base de las guías (perfiles en T)

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm} \quad \text{Ec. (2.31)}$$

Donde:

F_x : fuerza ejercida sobre la base (N)

c: ancho entre la guía y cabina (m)

σ_{perm} : esfuerzo admisible (MPa)

2.1.4.2.5 Flechas

Deflexiones debido a las fuerzas ejercidas sobre las guías

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm} \quad \text{Ec. (2.32)}$$

$$\delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm} \quad \text{Ec. (2.33)}$$

Donde:

δ_x : flecha en el eje X (m)

F_x : fuerza de apoyo ejercida en eje X (N)

l: distancia máxima entre fijación de guías (m)

E: módulo de elasticidad

I_Y : momento de inercia en el eje Y (m)

δ_y : flecha en el eje Y (m)

F_y : fuerza de apoyo ejercida en el eje Y (N)

I_X : momento de inercia en el eje X (m)

δ_{perm} : flecha admisible

2.1.4.3 Análisis de esfuerzos en funcionamiento normal (con carga)

2.1.4.3.1 Esfuerzo de flexión

a) Esfuerzos debido a las fuerzas de guiado respecto al eje Y

CASO 1: Parámetros de carga respecto al eje X

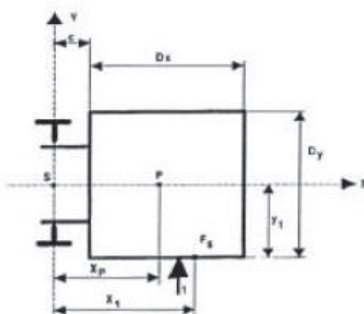


Figura 2. 7 Vista superior del ascensor con distribución de cargas

Fuente: AENOR; (1999); Norma UNE EN-81-2: Normas de Seguridad para la Construcción e Instalación de Ascensores; Pág.: 156, 157

$$x_1 > 0 \quad y_1 = \frac{D_Y}{2} \quad \text{Ec. (2.34)}$$

$$x_p > 0 \quad y_p > 0$$

Donde:

Dy: ancho de la cabina (m)

- La fuerza aplicada a las guías

$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_p - x_s) + F_s \cdot (x_i - x_s)}{n \cdot h} \quad \text{Ec. (2.35)}$$

Donde:

gn: gravedad (9.81 m/s²)

P: masa de la cabina vacía y sus componentes (cables, cadenas) en (kg)

x_p : posición de la masa de la cabina según eje Y (m)

x_s : posición del centro de la suspensión según eje Y (m)

Fs: fuerza aplicada en el piso (N)

x_i : posición de la puerta de la cabina (m)

n: número de guías

h: distancia entre las guías de la cabina en (m)

- Fs:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q \quad \text{Ec. (2.36)}$$

Donde:

gn: gravedad (9.81 m/s²)

Q: carga nominal (kg)

- El momento flector

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} \quad \text{Ec. (2.37)}$$

Donde:

F_x : fuerza aplicada a las guías respecto el eje X (N)

l : máxima distancia entre fijación de guías (m)

- Esfuerzo de flexión

$$\sigma_y = \frac{M_Y}{W_Y} \quad \text{Ec. (2.38)}$$

Donde:

M_Y : momento flector según eje Y (Nm)

W_Y : sección transversal (m³)

b) Esfuerzo debido a las fuerzas de guiado respecto al eje X

CASO 2: Parámetros de carga respecto al eje Y

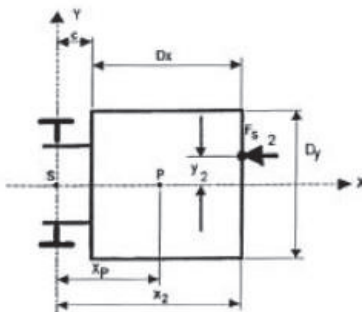


Figura 2. 8 Vista superior del ascensor con distribución de cargas

Fuente: AENOR; (1999); Norma UNE EN-81-2: Normas de Seguridad para la Construcción e Instalación de Ascensores; Pág.: 156, 157

$$\begin{aligned} x_2 &> c + D_x & y_2 &> 0 \\ x_p &> 0 & y_p &> 0 \end{aligned} \quad \text{Ec. (2.39)}$$

Donde:

D_x : largo de cabina X (m)

c : ancho entre guía y cabina (m)

- La fuerza aplicada a las guías

$$F_y = \frac{F_s \cdot y_i}{\frac{n}{2} \cdot h} \quad \text{Ec. (2.40)}$$

Donde:

F_s : fuerza aplicada en el piso (N)

y_i : posición de la puerta de la cabina (m)

n: número de guías

h: distancia entre las guías de la cabina en (m)

- El momentos flector

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} \quad \text{Ec. (2.41)}$$

Donde:

F_y : fuerza aplicada a las guías respecto al eje Y (N)

l: máxima distancia entre fijación de guías (m)

- Esfuerzo de flexión

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \quad \text{Ec. (2.42)}$$

Donde:

M_x : momento flector según eje X (Nm)

W_x : sección transversal (m³)

2.1.4.3.2 Esfuerzo de pandeo

No existe ningún esfuerzo de pandeo durante la carga en utilización normal, ya que no hay acción del paracaídas

2.1.4.3.3 Esfuerzos combinados

Es la combinación de los esfuerzos de flexión y pandeo a las que se encuentran sometidas las guías

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm} \quad \text{Ec. (2.43)}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

Donde:

σ_m : esfuerzo de flexión (N/m²)

σ_x : esfuerzo de flexión en eje X (MPa)

σ_y : esfuerzo de flexión en eje Y (MPa)

σ : esfuerzo de flexión y compresión (MPa)

M: fuerza en la guía debido a elementos auxiliares (N)

A: sección transversal de guía (m²)

σ_{perm} : esfuerzo admisible (MPa)

2.1.4.3.4 Esfuerzos de torsión de la base

Es la fuerza ejercida por los apoyos de la cabina sobre la base de las guías (perfiles en T)

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm} \quad \text{Ec. (2.44)}$$

Donde:

F_x : fuerza ejercida sobre la base (N)

c: ancho entre la guía y cabina (m)

σ_{perm} : esfuerzo admisible (MPa)

2.1.4.3.5 Flechas

Deflexiones debido a las fuerzas ejercidas sobre las guías

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm} \quad \text{Ec. (2.45)}$$

$$\delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm} \quad \text{Ec. (2.46)}$$

Donde:

δ_x : flecha en el eje X (m)

F_x : fuerza de apoyo ejercida en eje X (N)

l : distancia máxima entre fijación de guía (m)

E : módulo de elasticidad

I_y : momento de inercia en el eje Y (m)

δ_y : flecha en el eje Y (m)

F_y : fuerza de apoyo ejercida en eje Y (N)

I_x : momento de inercia en el eje X (m)

δ_{perm} : flecha admisible

2.1.5 ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DE RODILLOS GUÍA

La cabina debe estar equipada en su parte superior e inferior de unos apoyos que sirve de enlace entre el elemento móvil y la guía. Para esto se considera el uso de apoyos con rodillos que reduce el ruido y vibraciones y poseen mayor eficiencia en comparación con los apoyos deslizantes que presentan problemas de lubricación.

Para la selección de los rodillos se usarán catálogos que permitan elegir el más adecuado para las necesidades de este proyecto.

2.1.6 ANÁLISIS DE PLACA BASE

La placa base soporta cargas axiales y los momentos presentes en las columnas. En el diseño de la placa base se considera la mayor reacción en las guías.

El área de apoyo en la placa de la figura 2.9 se determina con la ecuación:

$$A_{PB} = B * N \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Ec. (2.47)}$$

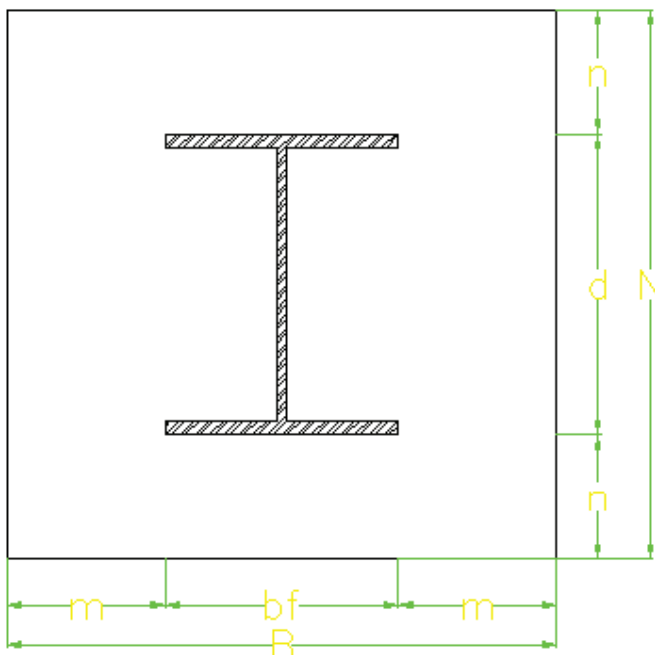


Figura 2. 9 Esquema de placa base y dimensiones

Fuente: Propia

Las distancias entre el borde de la placa y el borde de las columnas guía se calculan con las ecuaciones:

$$n = \frac{N - 0,95 * d}{2} \text{ [in]} \quad \text{Ec. (2.48)}$$

$$m = \frac{B - 0,8 * b_f}{2} \text{ [in]} \quad \text{Ec. (2.49)}$$

La máxima presión de la placa base se determina con la ecuación:

$$F_P = \frac{P}{B * N} \left[\frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \right] \quad \text{Ec. (2.50)}$$

Para determinar el espesor de la placa base (t) se considera el mayor valor entre m y n para reemplazar en la ecuación:

$$t = m(n) * \sqrt{\frac{F_p}{0,25 * S_y}} \quad \text{Ec. (2.51)}$$

2.1.7 ANÁLISIS DE PERNOS DE ANCLAJE

Para el diseño de los pernos de anclaje se utiliza la ecuación:

$$\tau = \frac{V_D}{A_{PA}} \leq [\tau_{\text{permisible}}] = \frac{S_{yc}}{F_s} = \frac{0,6 * S_y}{F_s} \quad \text{Ec. (2.52)}$$

Donde:

τ : Esfuerzo cortante en el área del perno $\left[\frac{N}{m^2}\right]$

V_D : Fuerza cortante [N]

A_{PA} : Área de perno de anclaje [m^2]

S_{yc} : Límite de fluencia al corte [Ks]

S_y : Límite de fluencia [Ks]

D_a : Diámetro del perno de anclaje [m]

$[\tau_{\text{permisible}}]$: Esfuerzo cortante permisible del material del perno de anclaje $\left[\frac{N}{m^2}\right]$

F_s : Factor de seguridad

Despejando el área de la ecuación 2.52 se tiene:

$$A_{PA} = \frac{V_D}{[\tau_{\text{permisible}}]} \quad \text{Ec. (2.53)}$$

$$A_{PA} = \frac{\pi * D_a^2}{4} \quad \text{Ec. (2.54)}$$

Igualando y reemplazando las ecuaciones 2.53 y 2.54 se tiene:

$$\frac{\pi * D_a^2}{4} = \frac{F_s * V_D}{0,6 * S_y}$$

Despejando el diámetro del perno de anclaje se tiene:

$$D_a = \sqrt{\frac{4 * F_s * V_D}{\pi * 0,6 * S_y}} \quad \text{Ec. (2.55)}$$

2.1.8 ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

El recubrimiento mínimo para el hierro, como se indica en la figura 2.10, cuando el hormigón es fundido en obra en contacto con el terreno y queda permanentemente expuesto a él, es de 7 cm.

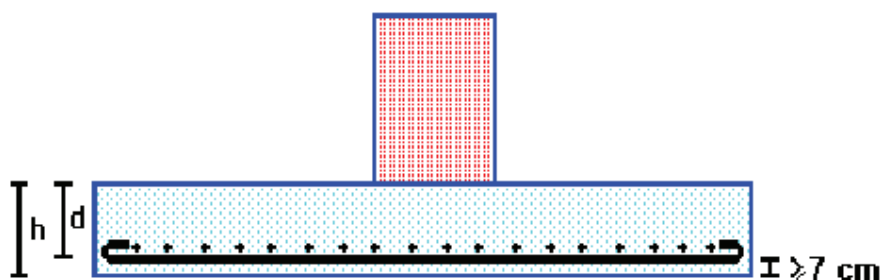


Figura 2. 10 Esquema de cimentación para columnas estructurales

Fuente: ROMO, M.; (Julio del 2013); Estudio de Cimentaciones; Obtenido de: <http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/hormigon08-a.html>

Los plintos deberán diseñarse para resistir fuerzas cortantes en cada dirección independientemente, tomando como sección crítica una distancia (d) desde la cara de las columnas o elementos verticales, como se indica en la figura 2.11.

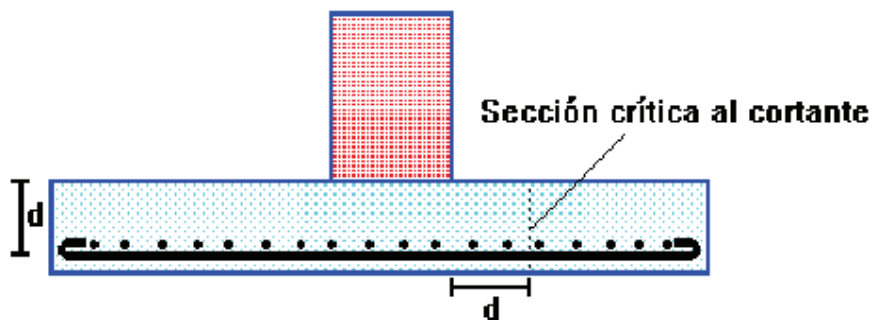


Figura 2. 11 Sección crítica en cimentación para columnas

Fuente: ROMO, M.; (Julio del 2013); Estudio de Cimentaciones; Obtenido de: <http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/hormigon08-a.html>

La capacidad resistente a cortante tipo viga del hormigón (τ_{vc}) se calcula con la siguiente expresión empírica:

$$\tau_{vc} = 0,5 * \sqrt{f'_c} \text{ [kg/cm}^2\text{]} \quad \text{Ec. (2.56)}$$

Donde:

f'_c : Factor de compresión del concreto, es 210 [Kg/cm²]

Los plintos deberán diseñarse también, para resistir fuerzas cortantes de punzonamiento, tomando como sección crítica a aquella que se ubica a una distancia ($d/2$) alrededor del elemento vertical de carga (columna, muro de corte, etc.) como se indica en la figura 2.12.

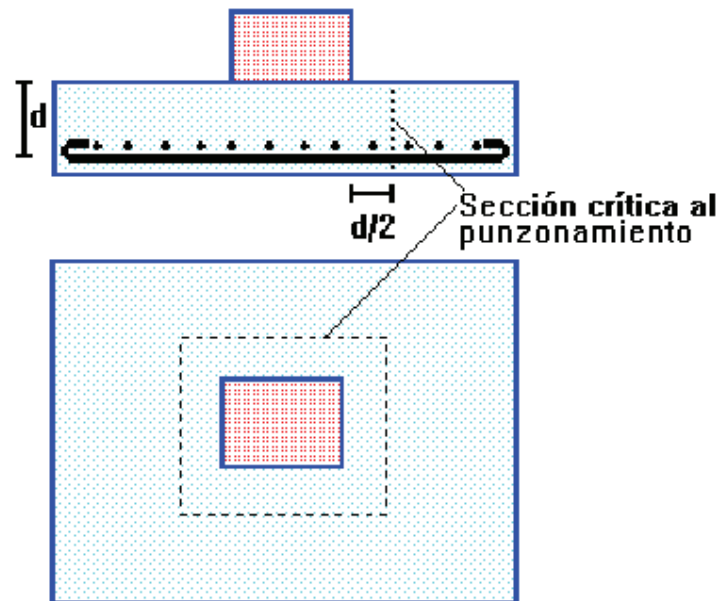


Figura 2. 12 Ubicación de sección crítica para esfuerzos de punzonamiento en cimentación

Fuente: ROMO, M.; (Julio del 2013); Estudio de Cimentaciones; Obtenido de: <http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/hormigon08-a.html>

La resistencia al cortante por punzonamiento que puede desarrollar el hormigón se calcula con la siguiente expresión empírica:

$$\tau_{vp} = \sqrt{f'_c} \text{ [kg/cm}^2\text{]} \quad \text{Ec. (2.57)}$$

La sección crítica de flexión en una dirección se ubicará en las caras de los elementos verticales de carga.

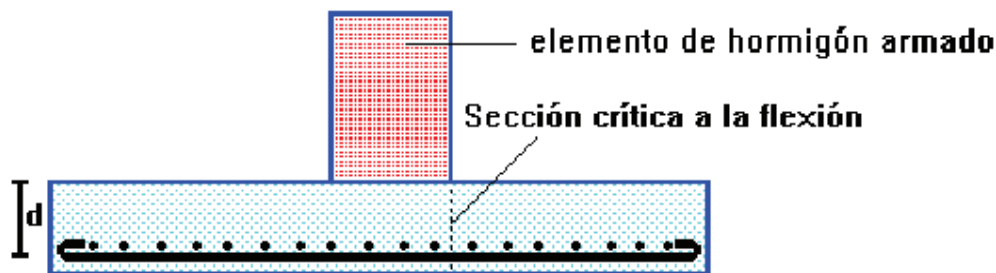


Figura 2. 13 Ubicación de sección crítica en flexión para cimentaciones

Fuente: ROMO, M.; (Julio del 2013); Estudio de Cimentaciones; Obtenido de: <http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/hormigon08-a.html>

Si se considera la capacidad resistente admisible del suelo (q_a) igual a 2 [Kg/cm²], el área requerida (A_{Plinto}) del plinto está definida por la ecuación 2.58:

$$A_{Plinto} = \frac{P_{TOTAL}}{q_a} \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Ec. (2.58)}$$

Si el área calculada no garantiza el perfecto funcionamiento de la zapata, se acoge la sugerencia de la norma ACI, que establece que el área mínima debe ser igual a 3600 [cm²].

La excentricidad de carga ($e_{x,y}$) en las direcciones x e y donde hay momento flector ($M_{y,z}$), se calcula con la ecuación 2.59:

$$e_{x,y} = \frac{M_{x,y}}{P_{TOTAL}} \quad \text{Ec. (2.59)}$$

Para verificar la excentricidad se aplica la ecuación 2.60.

$$e_{x,y} < \frac{S, T}{6} \quad \text{Ec. (2.60)}$$

Donde:

S, T : Longitudes de la cimentación [cm], como se indica en la figura 2.14.

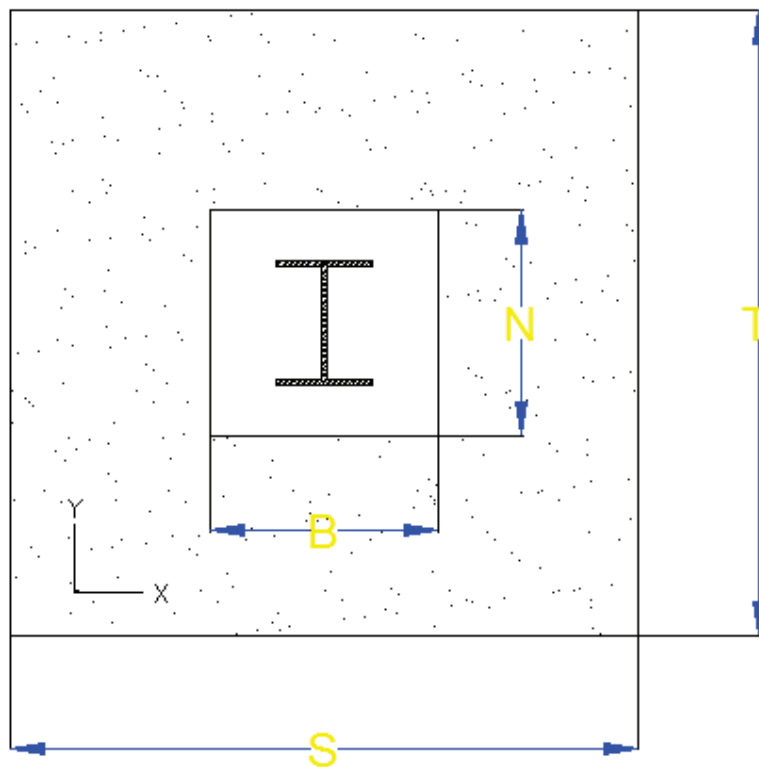


Figura 2. 14 Medidas de cimientos para columnas

Fuente: Propia

El esfuerzo máximo en el suelo ($q_{m\acute{a}x}$) se calcula con la ecuación 2.61:

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{P_{TOTAL}}{A_{Plinto}} * \left(1 + \frac{6 * e_X}{S} + \frac{6 * e_Y}{T} \right) \left[\frac{kg}{cm^2} \right] \quad \text{Ec. (2.61)}$$

Si se compara con la máxima resistencia admisible del suelo (q_a), en la ecuación 2.62, se tiene:

$$q_{m\acute{a}x} < q_a \quad \text{Ec. (2.62)}$$

Entonces la sección transversal de cimentación es adecuada para resistir la carga.

Para realizar los análisis de cortante por viga y punzonamiento se asume un valor de peralte adecuado.

Cálculo del cortante tipo viga

El mínimo valor de esfuerzo del suelo ($q_{mín}$) es:

$$q_{mín} = \frac{P_{TOTAL}}{A_{Plinto}} * \left(1 - \frac{6 * e_x}{S} - \frac{6 * e_y}{T} \right) \quad \text{Ec. (2.63)}$$

El valor crítico de esfuerzo en el suelo ($q_{crít}$) se obtiene en la sección crítica trazando $q_{máx}$ y $q_{mín}$ en la parte inferior de la figura 2.11.

La fuerza cortante ($V_{crít}$) que actúa sobre la sección crítica es:

$$V_{crít} = \left(\frac{q_{máx} + q_{crít}}{2} \right) * m, n * S, T \text{ [kg]} \quad \text{Ec. (2.64)}$$

Esta ecuación se aplica para las direcciones x e y.

El esfuerzo cortante ($\tau_{crít}$) que actúa sobre la sección es:

$$\tau_{crít} = \frac{V_{crít}}{0,8 * S, T * d} \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right] \quad \text{Ec. (2.65)}$$

El esfuerzo de corte solicitante es inferior a la capacidad resistente del hormigón, el peralte del plinto asumido es aceptable para la sollicitación analizada y cumple la ecuación 2.66.

$$\tau_{crít} < \tau_{Vc} \quad \text{Ec. (2.66)}$$

Cálculo a cortante por punzonamiento

El esfuerzo de punzonamiento se calcula con la ecuación 2.67:

$$q_{punz} = \frac{R}{A_{Plinto}} \quad \text{Ec. (2.67)}$$

Donde:

R: Es la carga o reacción que transmite la columna hacia la placa base [N]

La fuerza cortante se calcula con la ecuación:

$$V_U = q_{punz} * (A_{plinto} - B * N) \text{ [kg]} \quad \text{Ec. (2.68)}$$

El esfuerzo cortante se calcula con la ecuación:

$$\tau_{punz} = \frac{V_U}{0,8 * S, T * d} \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right] \quad \text{Ec. (2.69)}$$

Si el esfuerzo de corte solicitante es inferior a la capacidad resistente del hormigón, el peralte del plinto es aceptable para la sollicitación analizada y cumple la ecuación 2.70.

$$\tau_{punz} < \tau_{vp} \quad \text{Ec. (2.70)}$$

Cálculo a flexión del plinto

El valor del esfuerzo de flexión en el suelo (q_{Flex}) se obtiene en la sección crítica de la figura 2.13, trazando $q_{m\acute{a}x}$ y $q_{m\acute{i}n}$ en la parte inferior de la misma figura.

Para el cálculo a flexión del plinto es necesario determinar el momento (M_U) en el borde de la columna, y se representa en la ecuación 2.71.

$$M_U = \left(\frac{q_{Flex} * d^2}{2} + \frac{(q_{m\acute{a}x} - q_{Flex}) * d}{2} * \frac{2}{3} * d \right) * 100 \text{ [cm]} \quad \text{Ec. (2.71)}$$

El área requerida de varilla para completar el diseño a flexión esta en la ecuación 2.72:

$$A_s = \frac{0,85 * f'c * S, T * d}{F_y} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_U}{0,85 * 0,9 * f'c * S, T * d^2}} \right) \quad \text{Ec. (2.72)}$$

2.2 SISTEMA MECÁNICO

2.2.1 POTENCIA DEL MOTOR

La Potencia Teórica del motor se representa en la ecuación 2.73.

$$\text{Pot} = \frac{Q_n * v}{75 * \eta} \text{ [CAV]} \quad \text{Ec. (2.73)}$$

El cálculo para determinar la Carga no Equilibrada es:

$$Q_n = Q_{\text{util}} \text{ [N]} \quad \text{Ec. (2.74)}$$

Donde:

Pot: Potencia del Motor [CAV]

Q_n: Carga no Equilibrada [daN]

v: Velocidad de Régimen [m/s]

η: Rendimiento Global ⁷ (0.45 – 0.60)

Q_{util}: 980 [N]

La Velocidad de Régimen (*v*) se considera igual a 0,15 [m/s]⁸ y la elevación a desplazarse es 3 [m].

Para determinar el tiempo en segundos (*t_s*) que demora el ascensor en subir y bajar se emplea la ecuación 2.75.

$$v = \frac{3 \text{ [m]}}{t_s} \quad \text{Ec. (2.75)}$$

⁷MIRAVETE, A.; 2007; Elevadores. Principios e Innovaciones; Reverte; pág. 82

⁸ACCESOS AUTOMÁTICOS S.A.C.; (Enero del 2013); Velocidad del Ascensor; Obtenido de: <http://www.accesosautomaticossac.com/documentos/manuales>

2.2.2 TAMBOR DE ARROLLAMIENTO

El tambor de arrollamiento se define por el diámetro elegido aleatoriamente y a partir de este se calculará la longitud y espesor de pared.

El espesor (S) del tambor se determinará de la siguiente ecuación:

$$S = 0.03 * r + 10 \text{ [mm]} \quad \text{Ec. (2.76)}$$

El número de vueltas del cable alrededor del tambor se define en la ecuación 2.77.

$$n = \frac{H}{D * \pi} \quad \text{Ec. (2.77)}$$

Donde:

H : es la longitud total del cable [m]

D : es el diámetro asumido del tambor [m]

r : Radio del tambor [mm]

Se recomienda 3 vueltas más para brindar confiabilidad.

Entonces el número total de vueltas es:

$$n_T = n + 3 \text{ [vueltas]} \quad \text{Ec. (2.78)}$$

Para calcular la longitud del tambor se emplea la ecuación 2.79:

$$L = n * S \text{ [mm]} \quad \text{Ec. (2.79)}$$

2.2.2.1 Análisis Estático del Tambor de Arrollamiento

Los esfuerzos: flector y torsor se obtienen con las siguientes ecuaciones:

$$\sigma = \frac{M * c}{\frac{\pi}{64} * (d_{ext}^4 - d_{int}^4)} \text{ [MPa]} \quad \text{Ec. (2.80)}$$

$$\tau = \frac{T * c}{\frac{\pi}{32} * (d_{ext}^4 - d_{int}^4)} \text{ [MPa]} \quad \text{Ec. (2.81)}$$

El esfuerzo de Von Misses y el factor de seguridad son:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma^2 + 3 * \tau^2} \quad \text{Ec. (2.82)}$$

$$F_s = \frac{S_y}{\sigma'} \quad \text{Ec. (2.83)}$$

2.2.2.2 Análisis de Esfuerzos del Tambor de Arrollamiento

Por el funcionamiento al que está sometido el tambor, se generan esfuerzos fluctuantes del tipo alternantes completamente reversibles, como se indica en la figura.

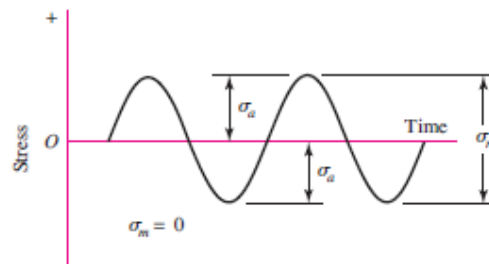


Figura 2. 15 Esfuerzo sinusoidal completamente invertido

Fuente: SHIGLEY; (2008); "Diseño en Ingeniería Mecánica"; 8va Edición; McGraw Hill; Pág.: 293

Las componentes para el esfuerzo completamente invertido son:

σ_a = Componente de la amplitud

σ_m = Componente del esfuerzo medio

σ_r = Intervalo De Esfuerzo

2.2.2.3 Análisis Dinámico del Tambor de Arrollamiento

La resistencia a la fatiga se obtiene de la siguiente expresión:

$$S_e = S'_e \cdot k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot k_f \quad \text{Ec. (2.84)}$$

Donde:

S_e : Límite de resistencia a la fatiga, (MPa)

S'_e : Límite de resistencia a la fatiga de muestra de viga rotatoria, (MPa)

Ka: Factor de superficie

Kb: Factor de tamaño

Kc: Factor de confiabilidad

Kd: Factor de temperatura

Ke: Factor de concentración de esfuerzos

Kf: Factor de efectos diversos

Para los aceros, el límite de resistencia a la fatiga de viga rotatoria se determina de la siguiente expresión:

$$S'_e = \begin{cases} 0.506\bar{S}_{ut} \text{ kpsi o MPa} & \text{si } \bar{S}_{ut} \leq 212 \text{ kpsi (1460 MPa)} \\ 107 \text{ kpsi} & \text{si } \bar{S}_{ut} > 212 \text{ kpsi} \\ 740 \text{ MPa} & \text{si } \bar{S}_{ut} > 1460 \text{ MPa} \end{cases} \quad \text{Ec. (2.85)}$$

De acuerdo al manual de Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley, los factores de diseño que modifican la resistencia a la fatiga se determinan de los siguientes criterios:

2.2.2.3.1 *K_a*: Factor de Acabado Superficial

$$k_a = a \cdot \bar{S}_{ut}^b \quad \text{kpsi o MPa} \quad \text{Ec. (2.86)}$$

Tabla 2. 2 Parámetros en factor de condición superficial

ACABADO	Factor a		Exponente
	S_{ut} , [kpsi]	S_{ut} , [Mpa]	
SUPERFICIAL			b
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272	-0.995

Fuente: SHIGLEY; (2008); "Diseño en Ingeniería Mecánica"; 8va Edición; McGraw Hill; Pág.: 280

2.2.2.3.2 K_b : Factor de Corrección de Tamaño

Para flexión y torsión los valores son:

$$k_b = 0,879 * d^{-0,107} ; 0,11" < d < 2" \quad \text{Ec. (2.87)}$$

$$k_b = 0,91 * d^{-0,157} ; 2" < d < 10"$$

$$k_b = 1,24 * d^{-0,107} ; 2,79\text{mm} < d < 51\text{mm}$$

$$k_b = 1,51 * d^{-0,157} ; 51\text{mm} < d < 254\text{mm}$$

Para carga axial el valor es:

$$K_b = 1$$

2.2.2.3.3 K_c : Factor de confiabilidad

Tabla 2. 3 Factor de confiabilidad k_c

Confiabilidad	Factor de Confiabilidad k_c
0.50	1.000
0.90	0.897
0.95	0.868
0.99	0.814
0.999	0.753
0.9999	0.702
0.99999	0.659
0.999999	0.620

Fuente: SHIGLEY; (2008); "Diseño en Ingeniería Mecánica"; 8va Edición; McGraw Hill; Pág.: 285

2.2.2.3.4 *Kd: Factor de Temperatura*

Si no se conoce la resistencia a la fatiga de viga rotatoria o la resistencia a la tensión a temperatura corregida, usar:

$$Kd = 1 \quad \text{si} \quad T \leq 450 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{Ec. (2.88)}$$

$$Kd = 1 - (5,8 * 10^{-3}) * (T - 450^\circ\text{C}) \quad \text{si} \quad 450^\circ\text{C} < T \leq 550^\circ\text{C}$$

2.2.2.3.5 *Ke: Factor de Concentración de Esfuerzos*

Depende de las cargas de flexión y torsión a las que está sometido el eje.

$$k_e = \frac{1}{k_f} = \frac{1}{1 + q * (k_t - 1)}; \text{ Solicitaciones a carga de flexión} \quad \text{Ec.(2.89)}$$

$$k_e = \frac{1}{k_{fs}} = \frac{1}{1 + q_s * (k_{ts} - 1)}; \text{ solicitaciones de carga a torsión} \quad \text{Ec. (2.90)}$$

Donde:

k_f, k_{fs} : Factor de concentración de esfuerzos a fatiga

k_t, k_{ts} : Factor de teórico de concentración de esfuerzos

q, q_s : Sensibilidad a la ranura y está entre 0 y 1. Se obtienen de la figura 2.24

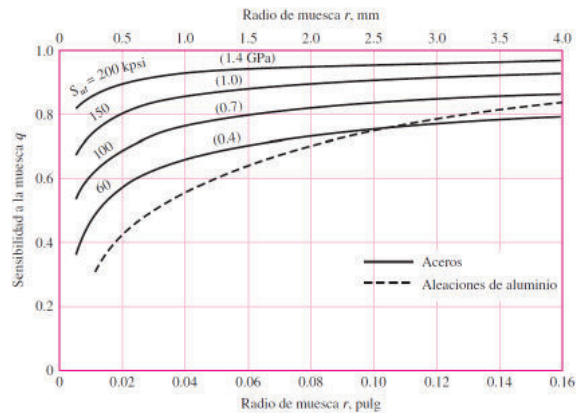


Figura 2. 16 Diagrama de sensibilidad a las ranuras para aceros y aleaciones de aluminio sometidos a cargas flexionantes o axiales invertidas alternativamente

Fuente: SHIGLEY; (2008); "Diseño en Ingeniería Mecánica"; 8va Edición; McGraw Hill; Pág.: 287

2.2.2.3.6 K_f : Factor de Efectos Diversos

Se considera por lo general:

$$K_f = 1 \quad \text{Ec. (2.91)}$$

Aplicando el criterio de Soderberg se obtiene el factor de seguridad.

$$\frac{\sigma_a}{s_e} + \frac{\sigma_m}{s_y} = \frac{1}{F_s} \quad \text{Ec. (2.92)}$$

2.2.3 ANÁLISIS DEL EJE MOTRIZ

Para diseñar el eje del sistema tractor es necesario considerar los análisis estático y dinámico.

2.2.3.1 Análisis Estático del Eje Motriz

Un eje sometido a flexión y torsión experimenta esfuerzos normales y cortantes en su sección transversal. Cuando la sección transversal es circular, los esfuerzos normales y cortantes son, respectivamente:

$$\sigma = \frac{32 \cdot M}{\pi \cdot d^3} [\text{MPa}] \quad \text{Ec. (2.93)}$$

$$\tau = \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3} [\text{MPa}] \quad \text{Ec. (2.94)}$$

Donde:

d: es el diámetro del eje

Para determinar el factor de seguridad se emplea la siguiente fórmula:

$$FS = \frac{Sy}{\sigma'}$$

Donde:

σ' : Es el esfuerzo de Von Misses $\left[\frac{N}{m^2}\right]$

El esfuerzo de Von Misses se calcula con la siguiente ecuación:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma^2 + 3 * \tau^2} \quad \text{Ec. (2.95)}$$

2.2.3.2 Análisis Esfuerzos a Fatiga del Eje Motriz

Por el funcionamiento al que está sometido el eje, se generan esfuerzos fluctuantes del tipo alternantes completamente reversibles, como se indica en la figura.

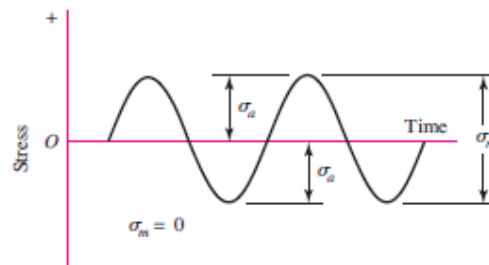


Figura 2. 17 Esfuerzo sinusoidal completamente invertido

Fuente: SHIGLEY; (2008); "Diseño en Ingeniería Mecánica"; 8va Edición; McGraw Hill; Pág.: 293

Las componentes para el esfuerzo completamente invertido son:

σ_a = Componente de la amplitud

σ_m = Componente del esfuerzo medio

σ_r = Intervalo de esfuerzo

2.2.3.3 Análisis Dinámico del Eje Motriz

Para el análisis dinámico del eje, se emplean las ecuaciones de la sección 2.5.3.2.

2.2.4 ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DE CHUMACERAS

Las chumaceras se utilizan para proporcionar soporte lateral a flechas y ejes en rotación. Si la chumacera está totalmente lubricada, la resistencia por fricción depende de la velocidad de rotación, del juego entre el eje y la chumacera y de la viscosidad del lubricante.

2.2.5 ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DEL MOTOR

Los motores que se pueden emplear en procesos industriales son: motores de corriente alterna y motores de corriente continua.

Los motores de corriente alterna pueden ser trifásicos o monofásicos pero los más empleados en la industria son los motores trifásicos que pueden ser sincrónicos y asincrónicos.

Para procesos de control es necesario el uso de motores de corriente continua ya que muchos de los componentes de control emplean voltajes y amperajes bajos en comparación con los motores de corriente alterna.

2.2.6 ANÁLISIS DE CABLES

Para el diseño del cable se considera: está sometido a tensión y soporta el peso de la estructura de la cabina del ascensor, carga útil y el peso del propio cable.

De acuerdo al libro “Elevadores, Principios e innovaciones” página 189, el cable más empleado en la industria del ascensor es el cable SEEALE, número 8 y alma textil, cuyas características se describen en la tabla 2.4.

Tabla 2. 4 Especificaciones técnicas de los cables de tracción del ascensor

TIPO	Diámetro (mm)	Peso (kg/100m)	Sut @1600MPa (KN)	Sut @1800MPa (KN)	Sut @2000MPa (KN)
Seale 6x19(9+9+1)+1textil	6	14	22	24	26
	7	17	26	29	32
	8	24	36	41	44
	9.5	32	48	55	59
	10.5	41	62	70	76
	11	46	70	79	85
	12.5	57	86	97	105
Seale 8x19(9+9+1)+1textil	8	25	34	38	41
	9.5	34	47	53	58
	10.5	40	55	62	67
	12	52	72	81	88
	13.5	66	91	103	111
	15	82	113	127	137
	16.5	100	137	154	166

Fuente: MIRAVETTE, (2007); "Elevadores, Principios e innovaciones"; Reverte; página 189

El área media del cable (A_{med}) se obtiene con la ecuación:

$$A_{med} = 0,4 * d [m^2] \quad \text{Ec. (2.96)}$$

El esfuerzo estático (σ_{est}) del cable se calcula con la ecuación:

$$\sigma_{est} = \frac{P_{TOTAL} + P_{Cable}}{A_{med}} \quad \text{Ec. (2.97)}$$

El peso del cable se determina a partir de la asunción de una longitud de 5 metros de cable y el dato de la masa lineal que se obtiene de la tabla 2.4.

El esfuerzo dinámico (σ_{din}) del cable se calcula con la ecuación:

$$\sigma_{din} = \frac{\sigma_{est} * a}{g} \quad \text{Ec. (2.98)}$$

Donde:

a : Aceleración del ascensor igual a 0,5 [m/s^2]

g : Gravedad igual a 9,81 [m/s^2]

El esfuerzo total (σ_{TOTAL}) es:

$$\sigma_{TOTAL} = \sigma_{est} + \sigma_{din} \quad \text{Ec. (2.99)}$$

Para determinar la fuerza resultante (Q_{rotura}) en el área media se emplea la ecuación:

$$\sigma_{TOTAL} = \frac{Q_{rotura}}{A_{med}} \quad \text{Ec. (2.100)}$$

Entonces se determina:

$$Q_{rotura} < Q_{Sut @ 1600MPa, 1800MPa, 2000MPa} \text{ (Ver en la tabla 2.4)}$$

2.2.7 ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DEL GANCHO

Es necesario considerar algunos aspectos muy importantes relacionados con la seguridad y funcionalidad de dicho elemento, que se describen a continuación:

- Cumpla con la carga máxima de elevación
- No realice movimientos giratorios al subir o bajar
- Tenga lengüeta de seguridad
- Fácil remoción en caso de sustituir dicho elemento

2.2.8 ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DE SUJETA CABLES

Los sujeta cables deben mantener unido el cable que soportará al gancho y la carga que se elevará. La cantidad de sujeta cables que se instalarán esta normalizado en la DIN 741 que se menciona en la tabla 2.5.

Tabla 2. 5 Cantidad de sujeta cables según el diámetro del cable

Diámetro del cable en mm.	Abrazaderas precisas	
	para formar un anillo	para unir cables
5 a 12	4	4
12 a 20	5	6
20 a 25	6	6
25 a 35	7	8
35 a 50	8	8

Fuente: GRUAS; (Febrero del 2015); Accesorios para Elevación; Obtenido de <http://gruasenlatinoamerica.wordpress.com/2010/05/11/cables-de-acero>

La separación entre abrazaderas debe oscilar entre 6 y 8 veces el diámetro del cable (figura 2.18).

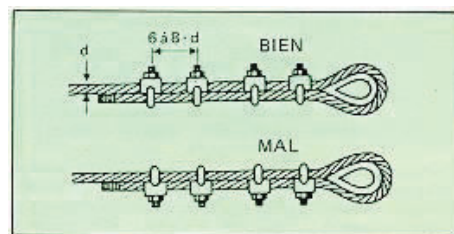


Figura 2. 18 Distancia recomendada para apretar los sujeta cables o abrazaderas

Fuente: GRUAS; (Febrero del 2015); Accesorios para Elevación; Obtenido de <http://gruasenlatinoamerica.wordpress.com/2010/05/11/cables-de-acero>

2.2.9 ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DEL MECANISMO DE PUERTAS DE ACCESO

Las puertas de acceso a la cabina pesan cada una 50 [N] y se ha seleccionado un sistema impulsado por dos motores que conectados al PLC y activado por sensores de proximidad permitan que éstas se abran y cierren.

Para seleccionar el tipo de motor se calculará la potencia necesaria para abrir las puertas.

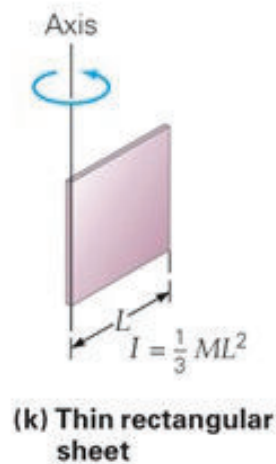


Figura 2. 19 Inercia de placa rectangular

Fuente: MOSQUERA, H.; (Marzo del 2015); Motores de Corriente Continua; Obtenido de: http://www.humbertomosquera.com.co/08_equilibriorotatorioydinamicarotacional.html

El torque necesario para mover las puertas es:

$$\mathbf{T = I * \alpha} \qquad \mathbf{Ec. (2.101)}$$

La potencia que requiere el motor se obtiene con la ecuación:

$$\mathbf{P = T * w} \qquad \mathbf{Ec. (2.102)}$$

Donde:

T: Torque necesario para girar la puerta [Nm]

I: Inercia de la puerta [kgm²]

α : Aceleración angular [rad/s²]

w: Velocidad angular [rad/s]

2.2.10 ANÁLISIS DE AMORTIGUADORES TIPO RESORTE

Los amortiguadores tipo resorte son los encargados de disipar la energía de impacto que puede generarse al caer súbitamente la cabina por la falla o fractura de los cables de tracción.

El material seleccionado para los resortes es el ASTM A-227 o alambre de resortes estirado duro.

Tabla 2. 6 Constantes para estimar la resistencia a la tensión de materiales para resortes

Material	ASTM No.	Exponent m	Diameter, in	A , kpsi · in ^{m}	Diameter, mm	A , MPa · mm ^{m}	Relative Cost of wire
Music wire*	A228	0.145	0.004–0.256	201	0.10–6.5	2211	2.6
OQ&T wire†	A229	0.187	0.020–0.500	147	0.5–12.7	1855	1.3
Hard-drawn wire‡	A227	0.190	0.028–0.500	140	0.7–12.7	1783	1.0
Chrome-vanadium wire§	A232	0.168	0.032–0.437	169	0.8–11.1	2005	3.1
Chrome-silicon wire	A401	0.108	0.063–0.375	202	1.6–9.5	1974	4.0
302 Stainless wire#	A313	0.146	0.013–0.10	169	0.3–2.5	1867	7.6–11
		0.263	0.10–0.20	128	2.5–5	2065	
		0.478	0.20–0.40	90	5–10	2911	
Phosphor-bronze wire**	B159	0	0.004–0.022	145	0.1–0.6	1000	8.0
		0.028	0.022–0.075	121	0.6–2	913	
		0.064	0.075–0.30	110	2–7.5	932	

Fuente: SHIGLEY; (2008); "Diseño en Ingeniería Mecánica"; 8va Edición; McGraw Hill; Pág.: 507

La ecuación para estimar la resistencia a la tensión es:

$$S_{ut} = \frac{A}{d^m} \quad \text{Ec. (2.103)}$$

Las constantes A y m se eligen de la tabla 2.6 de acuerdo al material seleccionado.

La resistencia a la fluencia del cortante (S_{sy}) se obtiene con la ecuación:

$$S_{sy} = 0,577 * 0,75 * S_{ut} \quad \text{Ec. (2.104)}$$

El índice del resorte es la relación entre el diámetro del resorte (D) y el diámetro del alambre (d):

$$C = \frac{D}{d} \quad \text{Ec. (2.105)}$$

El factor de multiplicación del esfuerzo cortante se obtiene de la siguiente ecuación:

$$K_s = 1 + \frac{0,5}{C} \quad \text{Ec. (2.106)}$$

El factor de corrección de WALH (K) es:

$$K = \frac{4 * C - 1}{4 * C - 4} + \frac{0,615}{C} \quad \text{Ec. (2.107)}$$

Solo para casos de fatiga, existe el factor de curvatura (k_c) que es:

$$k_c = \frac{K}{K_s} \quad \text{Ec. (2.108)}$$

La deformación del resorte (y) es:

$$y = \frac{8 * F_{m\acute{a}x} * D^3 * N}{d^4 * G} \quad \text{Ec. (2.109)}$$

El número de espiras activas del resorte se obtiene con la ecuación:

$$N = N_T - N_D \quad \text{Ec. (2.110)}$$

La constante del resorte es (k):

$$k = \frac{F}{y} \quad \text{Ec. (2.111)}$$

Donde:

$F_{m\acute{a}x}$: Fuerza de compresión del resorte [N]

$G = 79,3 * 10^3$ [MPa]

N : Número de espiras activas del resorte

N_T : Número total de espiras del resorte

N_D : Número de espiras inactivas del resorte, es 2 para extremos cerrados y aplanados.

y : Deformación del resorte al ser comprimido [m]

2.2.10.1 Diseño Estático del Amortiguador

Para el diseño estático del resorte se emplea la máxima carga del ascensor y se calcula el esfuerzo cortante con la ecuación:

$$\tau = K_s * \frac{8 * F * D}{\pi * d^3} \quad \text{Ec. (2.112)}$$

El factor de seguridad es:

$$Fs = \frac{S_{sy}}{\tau} \quad \text{Ec. (2.113)}$$

2.2.10.2 Diseño a Fatiga del Amortiguador

Para el diseño a fatiga del resorte se calculan los esfuerzos cortantes medio (τ_m) y amplitud (τ_a).

La resistencia a la fatiga de cortante (S_{se}) es:

$$S_{se} = S'_{se} * K_c * \frac{1}{k_c} \quad \text{Ec. (2.114)}$$

El límite de resistencia a la fatiga de cortante (S'_{se}) es:

$$S'_{sse} = 310 \text{ [MPa]}, \text{ para resortes graneados} \quad \text{Ec. (2.115)}$$

$$S'_{se} = 465 \text{ [MPa]}, \text{ para resortes no graneados}$$

El factor de seguridad es:

$$Fs = \frac{S_{se}}{\tau_a} \quad \text{Ec. (2.116)}$$

2.2.11 ANÁLISIS DEL MECANISMO DE TRINQUETE

Los trinquetes son dispositivos mecánicos de retención directa de carga o también elementos de sistemas de frenado. La función del trinquete es limitar el sentido de giro de un eje.

El mecanismo de trinquete está formado por la uñeta, piñón y resorte.

Los materiales empleados para el piñón y la uñeta es el acero AISI 1045 ($S_y=32 \text{ kg/mm}^2=314 \times 10^6 \text{ N/m}^2$), ya que es un material muy común en la fabricación de engranes.

2.2.11.1 Diseño Estático del Piñón del Trinquete⁹.

Para el diseño estático del piñón se considera la figura siguiente:

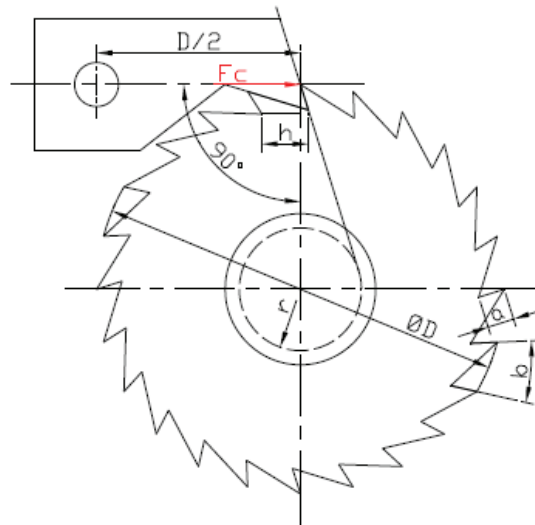


Figura 2. 20 Mecanismo de Trinquete

Fuente: ARIAS, D.; TESIS: Diseño y Construcción de un Equipo para Colado en Molde Permanente; 2007; EPN; Pág.: 88.

Los piñones pequeños tienen un número de dientes entre 8 a 25.

El paso circular se obtiene con la ecuación:

⁹ WEITZEL, K.; (1951); La Escuela del Técnico Mecánico, Elementos de Máquinas: Máquinas Elevadoras; Editorial Labor; Págs.: 616, 617.

$$p = \frac{\pi * D}{Z} \quad \text{Ec. (2.117)}$$

Donde:

p: Paso circular del piñón [m]

M: Momento torsor que afecta el tambor de arrollamiento [Nm]

Z: Número de dientes del piñón.

D: Diámetro exterior del piñón [m]

Para trinquetes de fundición se tiene:

$$\frac{t}{b} = 1$$

$$K_b \leq 2,5 \text{ [kg/mm}^2\text{]}$$

b= 20 [mm]; Cara del diente

M= 136,1 [Nm]; Momento de torsión que la carga suspendida produce en el eje.

Para el pasador de la uñeta se tiene:

Ks= 4,5 [kg/mm²]; Para acero semiduro

El flanco de retención es recto pero no radial, sino tangencial a un círculo de radio (r=0,33*D), y el otro flanco une la cabeza de un diente con el pie del inmediato con un arco que no sobrepase la cabeza del diente.

La altura del diente es:

$$h = 0,35 * p \quad \text{Ec. (2.118)}$$

La fuerza que se ejerce en el diente del piñón del trinquete es:

$$F_n = \frac{M}{D/2} \quad \text{Ec. (2.119)}$$

El esfuerzo de flexión en el diente del piñón del trinquete es:

$$\sigma = \frac{6 * F_n * h}{b * x^2} \quad \text{Ec. (2.120)}$$

El factor de seguridad se obtiene con la ecuación 2.83.

El diámetro del pasador de la uñeta es:

$$d = \sqrt[2]{\frac{2 * F_n}{\pi * K_s}} \quad \text{Ec. (2.121)}$$

2.2.12 SISTEMA ELÉCTRICO

En el sistema eléctrico se proporciona la información necesaria para realizar las conexiones entre el motor trifásico y el breaker térmico o disyuntor y el variador de frecuencia para el paso de energía eléctrica desde la red eléctrica domiciliaria hasta los dispositivos eléctricos y electrónicos que se detallarán en los diagramas de potencia y control.

2.2.12.1 Diagrama de Potencia

En el diagrama de potencia se indican las conexiones de los equipos de alto voltaje y alto amperaje que ejecutan las órdenes del circuito de control. El circuito de potencia lo conforman generalmente: el motor trifásico, el breaker térmico y el variador de frecuencia o velocidad.

2.2.13 SISTEMA DE CONTROL DE MANDO

El circuito de control de mando establece la lógica del automatismo y está conformado por:

- PLC (en la figura se indica un PLC SIEMENS S7-200 tipo de CPU 224)
- Pulsadores
- Sensores
- Relés
- Temporizadores, etc.

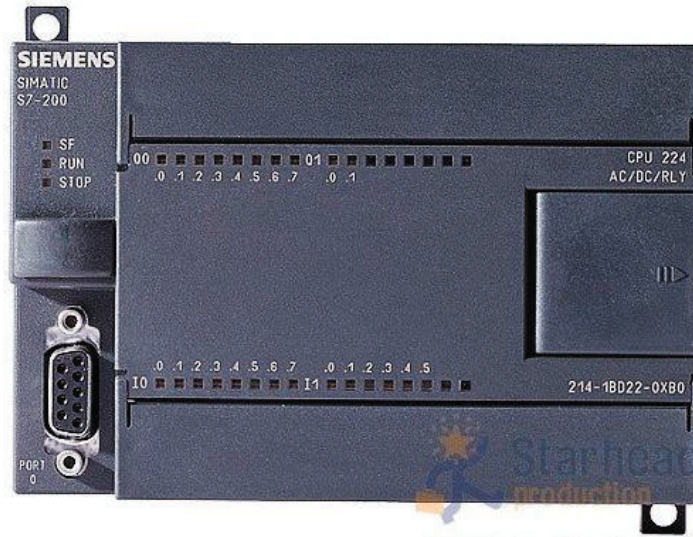


Figura 2. 21 PLC SIEMENS S7-200, CPU 224

Como en todo proyecto que este asociado a automatizar un equipo o sistema, el PLC es por lo general la herramienta más difundida en el control y automatización de procesos industriales; ya que se encarga de recibir y ejecutar la información necesaria para que otros dispositivos ejecuten las acciones que se indiquen en el programa que se ha instalado en el PLC.

En este proyecto, la información del medio externo que reciba el PLC está a cargo de sensores como: sensor de sobrecarga, sensor de proximidad, finales de carrera.

Para ejecutar las acciones como abrir puertas, el PLC estará conectado a un par de cilindros neumáticos, mientras que, para desplazarse entre los dos pisos se utiliza el motor eléctrico del polipasto.

2.2.13.1 Entradas y salidas

Determinar las entradas y salidas de un sistema de control es vital ya que este paso permite las conexiones de sensores en las entradas del PLC y conectar pre actuadores o actuadores en las salidas del PLC.

CAPÍTULO III.

PREFACTIBILIDAD

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el Ecuador, las personas con discapacidad y personas de la tercera edad no pueden moverse con facilidad dentro o fuera de sus hogares, ya que el hecho de subir por las escaleras les significa un problema, debido a su condición resultaría peligroso.

Si se añade que muchas de estas personas viven solas sin nadie que los ayude en sus actividades cotidianas, el desplazarse de un piso a otro es todo un reto para ellos.

3.2 ESTUDIO DE MERCADO

3.2.1 IDENTIFICACIÓN DEL MERCADO

En el Ecuador de acuerdo al CONADIS, las proyecciones de personas con discapacidad física en cada provincia se visualizan en la tabla 3.1

Tabla 3. 1 Registro nacional de discapacidad física

PROVINCIA	DISCAPACIDAD FÍSICA
AZUAY	14681
BOLIVAR	2271
CAÑAR	2994
CARCHI	2294
CHIMBORAZO	5217
COTOPAXI	4014
EL ORO	8145
ESMERALDAS	5944
GALAPAGOS	126
GUAYAS	38929
IMBABURA	4238
LOJA	5026

LOS RIOS	9882
MANABI	23495
MORONA SANTIAGO	1864
NAPO	1735
ORELLANA	2166
PASTAZA	1078
PICHINCHA	23622
SANTA ELENA	4579
SANTO DOMINGO DE LOS TS.	5069
SUCUMBIOS	2287
TUNGURAHUA	4248
ZAMORA CHINCHIPE	1559
TOTAL	175463

Fuente: Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades. (Diciembre, 2014). Obtenido de <http://www.consejodiscapacidades.gob.ec>

Mientras que las personas de la tercera edad por provincia de acuerdo a las proyecciones del INEC son:

Tabla 3. 2 Proyección poblacional de tercera edad por provincias

EDAD	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	Cantidad de personas	Cantidad de personas	Cantidad de personas	Cantidad de personas	Cantidad de personas	Cantidad de personas	Cantidad de personas
65	82,645	85,719	88,958	92,342	95,857	99,497	103,234
66	78,531	81,420	84,468	87,681	91,041	94,527	98,132
67	74,521	77,244	80,108	83,127	86,307	89,629	93,083
68	70,608	73,178	75,872	78,704	81,690	84,838	88,124
69	66,777	69,208	71,751	74,416	77,214	80,170	83,281
70	63,042	65,306	67,706	70,217	72,847	75,604	78,522
71	59,379	61,501	63,733	66,096	68,572	71,158	73,878
72	55,815	57,774	59,863	62,059	64,385	66,820	69,365
73	52,341	54,148	56,075	58,128	60,290	62,565	64,958
74	48,930	50,592	52,366	54,256	56,265	58,383	60,619
75	45,600	47,112	48,742	50,473	52,319	54,284	56,356
76	42,347	43,709	45,191	46,777	48,467	50,268	52,184
77	39,199	40,388	41,713	43,161	44,706	46,349	48,104
78	36,140	37,163	38,325	39,616	41,025	42,523	44,111
79	33,166	34,047	35,043	36,165	37,420	38,779	40,222
80	30,262	31,023	31,876	32,840	33,925	35,132	36,434
81	27,432	28,077	28,818	29,638	30,561	31,603	32,753

82	24,712	25,225	25,847	26,554	27,339	28,217	29,206
83	22,116	22,509	23,004	23,592	24,261	25,003	25,833
84	19,645	19,939	20,317	20,787	21,345	21,973	22,671
85	17,315	17,518	17,803	18,160	18,601	19,124	19,707
86	15,124	15,263	15,463	15,731	16,063	16,473	16,957
87	13,094	13,173	13,310	13,501	13,749	14,053	14,426
88	11,223	11,256	11,340	11,473	11,650	11,876	12,151
89	9,542	9,523	9,560	9,643	9,768	9,931	10,135
90	8,031	7,977	7,975	8,015	8,092	8,203	8,347
91	6,693	6,612	6,573	6,572	6,615	6,685	6,782
92	5,521	5,416	5,352	5,330	5,334	5,371	5,430
93	4,490	4,384	4,303	4,255	4,238	4,242	4,269
94	3,612	3,499	3,421	3,357	3,320	3,306	3,309
95	2,871	2,748	2,665	2,603	2,552	2,525	2,514
96	2,261	2,129	2,040	1,981	1,935	1,897	1,875
97	1,762	1,635	1,544	1,479	1,435	1,400	1,370
98	1,351	1,240	1,150	1,085	1,040	1,006	985
99	1,022	923	850	789	742	712	689
100	467	413	369	341	316	297	281
TOTAL	1,077,587	1,108,991	1,143,494	1,180,944	1,221,286	1,264,423	1,310,297

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (Enero del 2015). Obtenido de <http://www.ecuadrencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales>

La cantidad de personas con discapacidad física y de la tercera edad son:

Cantidad de personas con discapacidad física (2015): 175463

Cantidad de personas de tercera edad (2015): 1108991

3.2.2 ANÁLISIS DE LA OFERTA

El diseño y construcción de ascensores en el Ecuador está enfocado hacia grandes edificios y centros comerciales que reúnen todo tipo de usuarios, pero no abarcan las necesidades que requieren las personas de la tercera edad y discapacitados.

Las empresas dedicadas a diseñar y construir ascensores para personas de la tercera edad y discapacitados son muy limitadas en el país, pudiendo citar las siguientes:

- INGENIEROS ASOCIADOS
- ASCENSORES CKD
- FÁBRICA NACIONAL DE ASCENSORES

3.2.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Se pretende iniciar esta iniciativa en la provincia de Pichincha y luego extender hacia otros lugares del Ecuador.

Por lo tanto se asume que el porcentaje de personas beneficiadas corresponde al 12% del total de beneficiarios, es decir, 154134 personas.

3.2.4 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE MERCADO

Las empresas que construyen ascensores para personas de la tercera y discapacitados son limitadas y de acuerdo al análisis de mercado la demanda se encuentra en las provincias de: Guayas, Pichincha y Manabí.

3.3 RESTRICCIONES Y LIMITACIONES

Las principales restricciones y limitaciones del ascensor personal para discapacitados y personas de la tercera edad se establecen en función del material disponible en el mercado nacional y los costos.

3.3.1 MATERIAL

De acuerdo a las condiciones que requiere este sistema de movilización, se utilizará acero A-36 para la estructura base y cabina del ascensor y todos los demás complementos se surtirán con materiales que existan en el mercado nacional.

3.3.2 OPERACIÓN

La operación del equipo debe ser de fácil manejo. La movilidad y seguridad estarán a cargo del sistema mecánico en conjunto con el sistema de control automatizado.

3.3.3 CAPACIDAD

La carga máxima de diseño del ascensor no debe exceder los 100 kg.

3.3.4 COSTO

El costo del ascensor debe ser accesible para los beneficiados. El costo debe cubrir los gastos que implican: materiales, mano de obra, diseño, fabricación e imprevistos.

3.3.5 PESO

El peso de todo el sistema elevador no debe superar la media tonelada.

3.3.6 VELOCIDAD DE ELEVACIÓN

Por lo general el rango de velocidades utilizadas en elevadores para personas en condición de discapacidad es no mayor a 0,20 metros por segundo¹⁰.

3.4 ESPECIFICACIONES

3.4.1 PARÁMETROS FUNCIONALES

Los principales parámetros funcionales que deben considerarse para el correcto funcionamiento del ascensor son:

- Funcionamiento automático
- La energía eléctrica a emplearse será de 220 [V] con una frecuencia de 60 [Hz].
- Potencia requerida para que el grupo tractor pueda elevar la carga máxima del ascensor.

3.4.2 AUTOASEGURAMIENTO

La seguridad en un sistema elevador es de vital importancia ya que evita graves y fatales accidentes que provocarían la muerte de seres humanos. El aseguramiento de un ascensor se consigue con varios dispositivos de seguridad que pueden instalarse en los diferentes componentes del ascensor, como por ejemplo: motor, cabina, guías, puertas, foso y control automático.

Los dispositivos de seguridad más empleados en ascensores son:

¹⁰ S.A.C.; (Febrero del 2015); Manual para Accesos Automáticos; Obtenido de: <http://www.accesosautomaticossac.com/manuales-php.html>

- Paracaídas de rotura
- Limitador de velocidad
- Finales de carrera
- Sensores de sobrecarga
- Sensores de proximidad
- Amortiguadores

El ascensor deberá estar diseñado y fabricado de forma que sea imposible el acceso al hueco, excepto para los trabajos de mantenimiento y los casos de emergencia. Deberá imposibilitarse la utilización ordinaria del ascensor antes de que una persona se encuentre en dicho hueco. Esto se consigue con un sensor de proximidad que detectaría la presencia de una persona e impediría que el ascensor funcione.

El ascensor deberá ser diseñado y fabricado para impedir el riesgo de aplastamiento cuando la cabina esté en una de sus posiciones extremas. Esto se lograría mediante un espacio libre de $0,5 \times 0,6 \times 1$ [m^3] en el foso¹¹.

Los niveles de entrada y salida de la cabina deberán estar equipados con puertas en los rellanos cuya resistencia mecánica sea la suficiente, según condiciones de utilización previstas.

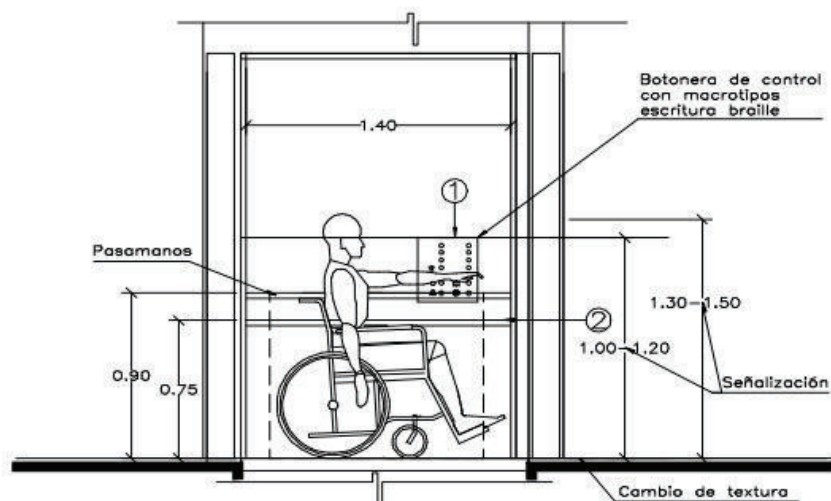
Un dispositivo de interbloqueo deberá impedir, cuando el ascensor esté funcionando normalmente: el movimiento de la cabina, inducido o no, cuando no estén cerradas y bloqueadas todas las puertas de los rellanos, la apertura de una de las puertas de los rellanos si la cabina no se ha parado o si no se encuentra en un rellano previsto a tal fin.

No obstante, se admiten los movimientos con las puertas abiertas cuando éstos se realicen a fin de situar el ascensor al nivel de los rellanos, en zonas determinadas, y siempre que la velocidad esté controlada.

¹¹ MIRAVETE, A.; (2007); Elevadores: Principios e Innovaciones; Reverte; Pág.: 51

3.4.3 ACCESIBILIDAD

La accesibilidad se refiere a las condiciones de seguridad, comodidad y autónoma para las personas con discapacidad física, al igual que personas de la tercera edad.



NOMENCLATURA	
1)	Botonera.
2)	Pasamanos.

Figura 3. 1 Mínimas dimensiones de accesibilidad en ascensores para discapacitados

Fuente: INIFED; (Febrero del 2014); Infraestructura Educativa; Obtenido de: http://www.inifed.gob.mx/doc/normateca/Volumen_3_Tomo_II_norma_accesibilidad_revision.pdf

3.4.3.1 Condiciones de Confort y Accesibilidad

Las condiciones de confort y accesibilidad para un ascensor de discapacitados y personas de la tercera edad se ilustran en las figuras 3.1 y 3.2 y son:

- Ubicación cercana
- Señalización de entrada hasta el ascensor
- Señalización en alto relieve ubicado a 1,20 m de altura como se muestra en la figura 3.1
- Botones de emergencia ubicado en la parte inferior
- Piso antideslizante
- La cabina debe disponer de un pasamanos lateral
- Sensor que impida el cierre de las puertas al pasar una persona en silla de ruedas

- Área libre de obstáculos
- Los ascensores deben tener un ancho mínimo de 85 cm, y una medida interior de al menos 1,40 x 1,10 m, como se observa en la figura 2.2.

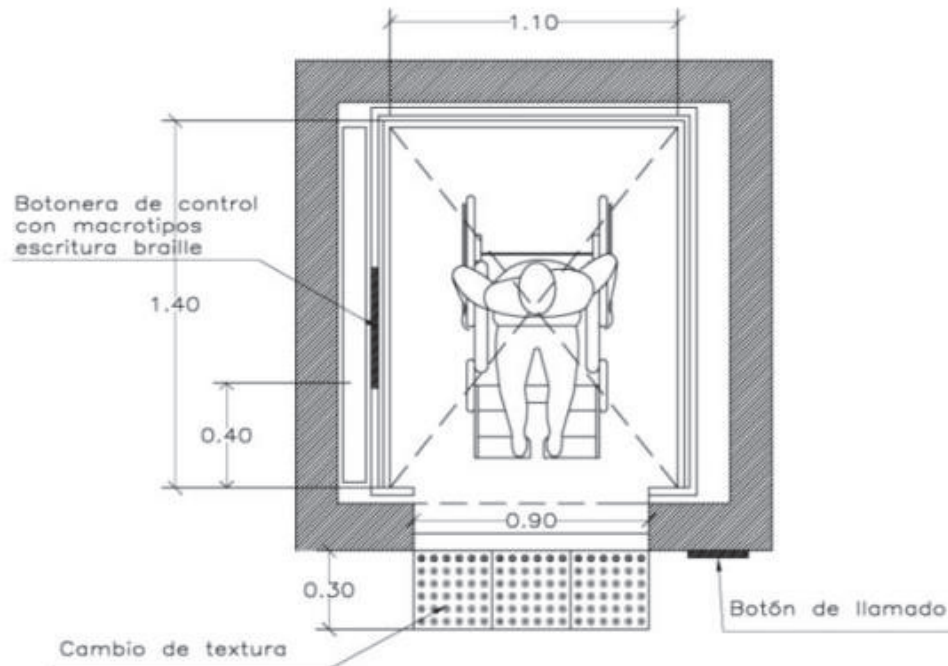


Figura 3. 2 Dimensiones mínimas para interior de ascensor de discapacitados

Fuente: INIFED; (Febrero del 2014); Infraestructura Educativa; Obtenido de: http://www.inifed.gob.mx/doc/normateca/Volumen_3_Tomo_II_norma_accesibilidad_revision.pdf

3.4.4 VIDA ÚTIL

Se estima que la vida útil del ascensor sea de diez años con 50 usos diarios.

CAPÍTULO IV.

FACTIBILIDAD

4.1 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

4.1.1 ANALISIS FUNCIONAL

4.1.1.1 Definición del Análisis Funcional

El análisis funcional es una técnica, cuyo propósito es el de separar la acción que se efectúa del componente o mecanismo, a fin de buscar nuevas soluciones a un mismo problema, obteniendo mejores productos a un menor costo.

Para aplicar éste análisis es necesario establecer claramente las funciones primarias y secundarias del producto hasta llegar a un esquema modular mediante diagramas de flujo en los que en cada recuadro aparece cada función, que puede tener 3 tipos de entradas y salidas: control, material y energía.

4.1.2 DEFINICIÓN DE MÓDULOS

Tabla 4. 1 Módulos y funciones para el diseño del ascensor

MÓDULO	FUNCIONES
1. Sistema de Control	Este módulo permite maniobrar la cabina del ascensor y realizar funciones como: ingresar y salir de la cabina, subir y descender la cabina y finalmente activar el ascensor.
2. Sistema Mecánico	Este módulo permite transmitir la potencia necesaria a todo los elementos del sistema para el desplazamiento del ascensor
3. Sistema Estructural	Este módulo permite acoplar el sistema mecánico conjuntamente con el sistema de control

Fuente: Propia

4.1.3 SOLUCIÓN PARA CADA MÓDULO

4.1.3.1 Módulo 1 (sistema de control)

Este módulo cumple con las siguientes funciones:

- Encender y apagar elevador
- Detectar usuario, abrir y cerrar puertas
- Seleccionar desplazamiento al segundo nivel

A continuación se propone las posibles soluciones para cada una de estas funciones.

4.1.3.1.1 Encender y apagar elevador

- Pulsador de encendido y apagado

Se trata de un interruptor on-off con pulsador

Tabla 4. 2 Ventajas y desventajas de interruptor on-off con pulsador

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Pulsador de encendido y apagado	Fácil manipulación Fácil instalación	Mayor costo

Fuente: Propia

- Interruptor on-off

Tabla 4. 3 Ventajas y desventajas de interruptor on-off

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Interruptor on-off	Fácil manipulación Fácil instalación	Más propenso a averías

Fuente: Propia

- Interruptor de palanca

Este tipo de interruptor cuenta con una palanca que opera como miembro de actuación. La misma que se moviliza una posición determinada.

Tabla 4. 4 Ventajas y desventajas de interruptor de palanca

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Interruptor de palanca	Fácil manipulación Fácil instalación	Costo elevado

Fuente: Propia

4.1.3.1.2 Detectar usuario, abrir y cerrar puertas

- Sensor de movimiento

Tabla 4. 5 Ventajas y desventajas de sensor de movimiento

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Sensor de movimiento	Costo bajo Sensibilidad alta	Exactitud varía por el número de conteos

Fuente: Propia

- Sensor de voz

Tabla 4. 6 Ventajas y desventajas de sensor de voz

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Sensor de voz	Excelente sensibilidad Adaptable a entornos difíciles	Costo alto

Fuente: Propia

- Sensor de calor

Tabla 4. 7 Ventajas y desventajas de sensor de calor

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Sensor de calor	Excelente sensibilidad y exactitud	Alto costo

Fuente: Propia

4.1.3.1.3 Seleccionar desplazamiento al segundo nivel

- PLC

Tabla 4. 8 Ventajas y desventajas de PLC

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
PLC's	Fácil programación Instalación sencilla Buena adaptación a los procesos mecánicos	Amplio conocimiento en procesos Costo inicial elevado

Fuente: Propia

- Circuitos integrados

También conocido como chip o microchip son encapsulados de plástico o cerámica que cubren material semiconductor.

Tabla 4. 9 Ventajas y desventajas de Circuitos integrados

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Circuitos Integrados	Bajo costo Consumo energético inferior Fácil almacenamiento	Reducida potencia de salida Dificultad al integrar componentes Área electrónica neta

Fuente: Propia

- PICs

El PIC es un controlador de interfaz periférico por sus siglas en inglés, por medio del cual se pueden automatizar ciertas "cosas electrónicas" por la teoría de micro controladores.

Tabla 4. 10 Ventajas y desventajas de PIC

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
PIC's	Sincronización de tareas respecto al tiempo Variedad de PIC en mercado Bajo consumo	Varias instrucciones para una sola tarea Programación más compleja

Fuente: Propia

4.1.3.2 Módulo 2 (sistema mecánico)

Este módulo cumple con las siguientes funciones:

- Transmitir señal de control al sistema motriz
- Generar potencia para desplazamiento de ascensor
- Subir elevador
- Detener y asegurar

A continuación se propone las posibles soluciones para cada una de estas funciones

4.1.3.2.1 *Transmitir señal de control al sistema motriz*

- Motor de corriente continua

Usa el principio de inducción magnética, el cual aplica un voltaje en las terminales y produce una corriente

Tabla 4. 11 Ventajas y desventajas de motor de c.c.

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Motor de corriente continua	Fácil manipulación	Ya no se utilizan La corriente no se puede transportar grandes distancias, sin que caiga demasiada la tensión ¹² Se necesitan resistencias para bajar el voltaje

Fuente: Propia

- Motor de corriente alterna asincrónico

Para el caso de un motor de inducción trifásico, consta de un estator con tres devanados separados 120 grados, cada uno conectado a una de las tres líneas de alimentación eléctrica.

Pueden ser motores de 1 velocidad, 2 velocidades y con convertidor de frecuencia.

Tabla 4. 12 Ventajas y desventajas de motor de c.a. asincrónico

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Motor de corriente alterna	Menor tamaño Bajo costo Menor peso Amplio rango de velocidades Grandes distancias sin caídas de tensión	Emisiones electromagnéticas

Fuente: Propia

¹²Caballero, J. (Junio, 2012). Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos82/funcionamiento-corriente-continua-y-alterna/funcionamiento-corriente-continua-y-alterna2.shtml>

- Polipasto eléctrico

Tabla 4. 13 Ventajas y desventajas del polipasto eléctrico

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Polipasto eléctrico	Fácil instalación Sistema acoplado: tambor, eje y moto reductor. Bajo costo	Velocidades bajas

Fuente: Propia

4.1.3.2.2 *Generar potencia para desplazamiento de ascensor*

- Sistema de poleas

Se dispone de 3 tipos: trapezoidal, semicircular con ranura y el semicircular sin entalla. Con el semicircular con ranura se tiene una mejor adherencia y evita el rozamiento.

Tabla 4. 14 Ventajas y desventajas de sistema de poleas

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Poleas	Disminuye el esfuerzo al acoplar varias poleas Se emplea para reducir el rozamiento de la cuerda en los cambios de dirección Costo bajo	Al contacto con el cable de acero absorben el desgaste y los esfuerzos causados por el contacto con poleas

Fuente: Propia

- Tambor de arrollamiento

Tabla 4. 15 Ventajas y desventajas de tambor de arrollamiento

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Tambor de arrollamiento	Menor costo de instalación	Altura limitada

Fuente: Propia

4.1.3.2.3 Subir elevador

- Electromecánico

Tabla 4. 16 Ventajas y desventajas de sistema electromecánico

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Electromecánico	Sin limitaciones de recorrido Mayores velocidades No emplea aceite Más económico en el mantenimiento	Menor capacidad de carga Mayor costo por el cuarto de máquinas Arranques menos suaves

Fuente: Propia

- Hidráulico

Tabla 4. 17 Ventajas y desventajas de sistema hidráulico

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Hidráulico	Mayor capacidad de carga Arranques y paradas suaves No necesitan de paracaídas	Menores velocidades Dependencia respecto a la temperatura del aceite Costo elevado en el mantenimiento

Fuente: Propia

- Neumático

Tabla 4. 18 Ventajas y desventajas de Sistema Neumático

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Neumático	El rendimiento mecánico es mejor. Bajo nivel de ruido	Costo de mantenimiento elevado

Fuente: Propia

4.1.1.1.1 *Detener y asegurar*

- Freno electromagnético

Tabla 4. 19 Ventajas y desventajas de freno electromagnético

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Freno electromagnético	El rendimiento mecánico es mejor. Bajo nivel de ruido Mayores velocidades	Alto costo de instalación

Fuente: Propia

- Paracaídas

Tabla 4. 20 Características de paracaídas

	CARACTERÍSTICAS
Paracaídas	El rendimiento mecánico es mejor. Bajo nivel de ruido Mayores velocidades

Fuente: Propia

- Limitador de velocidad

Tabla 4. 21 Características de limitador de velocidad

	CARACTERÍSTICAS
Limitador de velocidad	Detecta cuando el ascensor sobrepasa la velocidad

Fuente: Propia

4.1.3.3 Módulo 3 (sistema estructural)

Este módulo cumple con las siguientes funciones:

- Movilizar a usuario
- Direccionar el movimiento del ascensor

A continuación se propone las posibles soluciones para cada una de estas funciones

4.1.3.3.1 *Movilizar a usuario*

- Plataforma

Tabla 4. 22 Ventajas y desventajas de plataforma

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Plataforma	Fácil manipulación Bajo costo Fácil instalación	Menor detalle estético

Fuente: Propia

- Cabina

Tabla 4. 23 Ventajas y desventajas de cabina

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Cabina	Fácil manipulación Mayor seguridad	Mediano y alto Costo de instalación Materiales de construcción de mayor costo

Fuente: Propia

- Panorámico

Tabla 4. 24 Ventajas y desventajas de ascensor panorámico

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Panorámico	Fácil manipulación Mayor detalle estético	Mayor costo de detalle Elevados costos en materiales de construcción

Fuente: Propia

4.1.3.3.2 *Direccionar el movimiento del ascensor*

- Guías en V

Permiten que la cabina se desplace en forma rectilínea sin contratiempos.

Tabla 4. 25 Ventajas y desventajas de guías en V

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Guías en V	Buena rigidez Coeficiente de rozamiento menor No hay pérdida de energía excesiva por fricción	Costo elevado Montaje complejo Sistema complejo

Fuente: Propia

- Guías en T

Permite el movimiento correcto del ascensor en forma rectilínea.

Tabla 4. 26 Ventajas y desventajas de guías T

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Guías en T	Seguro Económico Fácil instalación	Mayor rozamiento Desgaste de material Construcción compleja

Fuente: Propia

- Guías circulares

Permite que la cabina se desplace en forma rectilínea.

Tabla 4. 27 Ventajas y desventajas de guías circulares

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Guías Circulares	Confiable Económico Fácil instalación Elementos constitutivos sencillos	Mayor rozamiento Desgaste de material

Fuente: Propia

4.2 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Con el fin de determinar que alternativa resulta más conveniente, se emplea el método ordinal corregido de criterios ponderados.¹³

¹³RIBA, C.; 2002; "Diseño Concurrente"; España

4.2.1 DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS DEL MÓDULO 1

Tabla 4. 28 Determinación de alternativas para el módulo 1

MÓDULO	COMPONENTE					
Encender y apagar elevador	<table border="1"> <tr> <td>Pulsador de encendido/apagado</td> <td>Interruptor On/Off</td> <td>Interruptor de palanca</td> </tr> </table>			Pulsador de encendido/apagado	Interruptor On/Off	Interruptor de palanca
	Pulsador de encendido/apagado	Interruptor On/Off	Interruptor de palanca			
Detectar usuario, abrir y cerrar puertas	<table border="1"> <tr> <td>Sensor de movimiento</td> <td>Sensor de calor</td> <td>Sensor de voz</td> </tr> </table>			Sensor de movimiento	Sensor de calor	Sensor de voz
	Sensor de movimiento	Sensor de calor	Sensor de voz			
Seleccionar desplazamiento al segundo nivel	<table border="1"> <tr> <td>PLC's</td> <td>Circuitos Integrados</td> <td>PIC's</td> </tr> </table>			PLC's	Circuitos Integrados	PIC's
	PLC's	Circuitos Integrados	PIC's			
ALTERNATIVA	1	2	3			

Fuente: Propia

4.2.1.1 Alternativa 1 (Pulsador de encendido-sensor de movimiento-plc)

Alternativa 1: Pulsador de encendido-Sensor de movimiento-PLC

4.2.1.2 Alternativa 2 (Interruptor on/off-sensor de voz-circuitos integrados)

Alternativa 2: Interruptor On/Off-Sensor de voz-Cicuitos integrados

4.2.1.3 Alternativa 3 (Interruptor de palanca-sensor de calor-pics)

Alternativa 3: Interruptor de palanca-Sensor de calor-PICs

4.2.1.4 Ponderación de las alternativas del módulo 1

Establecimiento de criterios de valoración del módulo 1

Se listan a continuación los criterios de valoración más determinantes

- **Costo:** El costo en el mercado sea asequible.
- **Instalación:** El sistema a instalar no sea complejo y no requiera personal calificado para su instalación. .
- **Seguridad:** No represente ningún peligro para los usuarios; que sean dispositivos con garantía técnica.
- **Funcionalidad:** El sistema tiene que ser práctico y utilitario.

La evaluación de los criterios y alternativas para este módulo se detalla en las tablas siguientes:

Tabla 4. 29 Evaluación de criterios para módulo 1

CRITERIO	COSTO	INSTALACION	SEGURIDAD	FUNCIONALIDAD	Σ +1	PONDERACIÓN
COSTO		0.50	0.50	0.00	1.00	0.15
INSTALACION	0.50		0.50	0.50	1.50	0.23
SEGURIDAD	1.00	0.50		0.50	2.00	0.31
FUNCIONALIDAD	1.00	0.50	0.50		2.00	0.31
					6.50	1.00

Fuente: Propia

Tabla 4. 30 Ponderación para el criterio costo

COSTO	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3	Σ +1	PONDERACIÓN
SOLUCIÓN 1		1.00	0.50	1.50	0.50
SOLUCIÓN 2	0.00		0.00	0.00	0.00
SOLUCIÓN 3	0.50	1.00		1.50	0.50
				3.00	1.00

Fuente: Propia

Tabla 4. 31 Ponderación para el criterio instalación

INSTALACION	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3	$\Sigma +1$	PONDERACIÓN
SOLUCIÓN 1		1.00	0.50	1.50	0.50
SOLUCIÓN 2	0.00		0.00	0.00	0.00
SOLUCIÓN 3	0.50	1.00		1.50	0.50
				3.00	1.00

Fuente: Propia

Tabla 4. 32 Ponderación para el criterio seguridad

SEGURIDAD	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3	$\Sigma +1$	PONDERACIÓN
SOLUCIÓN 1		0.50	1.00	1.50	0.50
SOLUCIÓN 2	0.50		0.50	1.00	0.33
SOLUCIÓN 3	0.00	0.50		0.50	0.17
				3.00	1.00

Fuente: Propia

Tabla 4. 33 Ponderación para el criterio funcionalidad

FUNCIONALIDAD	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3	$\Sigma +1$	PONDERACIÓN
SOLUCIÓN 1		0.00	0.50	0.50	0.20
SOLUCIÓN 2	1.00		0.50	1.50	0.60
SOLUCIÓN 3	0.50	0.00		0.50	0.20
				2.50	1.00

Fuente: Propia

Tabla 4. 34 Determinación de prioridades

CONCLUSIÓN	COSTO	INSTALACION	SEGURIDAD	FUNCIONALIDAD	Σ	PRIORIDAD
SOLUCIÓN 1	0.08	0.12	0.15	0.06	0.41	1
SOLUCIÓN 2	0.00	0.00	0.10	0.18	0.29	3
SOLUCIÓN 3	0.08	0.12	0.05	0.06	0.31	2

Fuente: Propia

4.2.2 DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS DEL MÓDULO 2

Tabla 4. 35 Determinación de alternativas del módulo 2

MÓDULO	COMPONENTE			
Transmitir señal de control al sistema motriz	<table border="1"> <tr> <td>Motor DC</td> <td>Motor CA</td> <td>Polipasto</td> </tr> </table>	Motor DC	Motor CA	Polipasto
Motor DC	Motor CA	Polipasto		
Generar potencia para mecanismo elevador	<table border="1"> <tr> <td>Poleas</td> <td>Tambor de arrollamiento</td> </tr> </table>	Poleas	Tambor de arrollamiento	
Poleas	Tambor de arrollamiento			
Subir elevador	<table border="1"> <tr> <td>Electro Mecánico</td> <td>Hidráulico</td> <td>Neumático</td> </tr> </table>	Electro Mecánico	Hidráulico	Neumático
Electro Mecánico	Hidráulico	Neumático		
Detener y asegurar	<table border="1"> <tr> <td>Llimitador de velocidad</td> <td>Paracaídas</td> <td>Freno</td> </tr> </table>	Llimitador de velocidad	Paracaídas	Freno
Llimitador de velocidad	Paracaídas	Freno		
ALTERNATIVA	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> </table>	1	2	3
1	2	3		

Fuente: Propia

4.2.2.1 Alternativa 1 (Polipasto-tambor de arrollamiento-electromecánico-limitador de velocidad)

Alternativa 1: Polipasto-Tambor de arrollamiento-Electromecánico-Limitador de velocidad

4.2.2.2 Alternativa 2 (Motor CA-tambor de arrollamiento-electromecánico-paracaídas)

Alternativa 2: Motor de CA-Tambor de arrollamiento Electromecánico-Paracaídas

4.2.2.3 Alternativa 3 (Motor CA-poleas-electromecánico-frenos)

Alternativa 3: Motor CA-Poleas- Electromecánico-Frenos

4.2.2.4 Ponderación de las alternativas del módulo 2

Establecimiento de criterios de valoración del módulo 2

Se listan a continuación los criterios de valoración más determinantes

- **Costo:** El costo en el mercado sea asequible.
- **Instalación:** El sistema a instalar no sea complejo y no requiera personal calificado para su instalación. .
- **Seguridad:** No represente ningún peligro para los usuarios; que sean dispositivos con garantía técnica.
- **Funcionalidad:** El sistema tiene que ser práctico y utilitario.
- **Mantenimiento:** Fácil acceso a los componentes para su respectivo mantenimiento.

La evaluación de los criterios y alternativas para este módulo se detalla en las tablas siguientes:

Tabla 4. 36 Ponderación de soluciones para el módulo 2

CRITERIO	COSTO	INSTALACION	SEGURIDAD	FUNCIONALIDAD	MANTENIMIENTO	$\Sigma +1$	PONDERACIÓN
COSTO		0.50	0.50	0.00	0.00	1.00	0.1
INSTALACION	0.50		0.50	0.50	0.50	2.00	0.20
SEGURIDAD	0.50	0.50		0.50	0.50	2.00	0.20
FUNCIONALIDAD	1.00	0.50	0.50		0.50	2.50	0.25
MANTENIMIENTO	1	0.5	0.5	0.5		2.50	0.25
						10.00	1.00

Fuente: Propia

Tabla 4. 37 Ponderación para el criterio costo

COSTO	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3	$\Sigma +1$	PONDERACIÓN
SOLUCIÓN 1		1.00	0.50	1.50	0.50
SOLUCIÓN 2	0.00		0.00	0.00	0.00
SOLUCIÓN 3	0.50	1.00		1.50	0.50
				3.00	1.00

Fuente: Propia

Tabla 4. 38 Ponderación para el criterio Instalación

INSTALACION	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3	$\Sigma +1$	PONDERACIÓN
SOLUCIÓN 1		1.00	0.50	1.50	0.50
SOLUCIÓN 2	0.00		0.00	0.00	0.00
SOLUCIÓN 3	0.50	1.00		1.50	0.50
				3.00	1.00

Fuente: Propia

Tabla 4. 39 Ponderación para el criterio seguridad

SEGURIDAD	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3	$\Sigma +1$	PONDERACIÓN
SOLUCIÓN 1		0.00	1.00	1.00	0.33
SOLUCIÓN 2	1.00		1.00	2.00	0.67
SOLUCIÓN 3	0.00	0.00		0.00	0.00
				3.00	1.00

Fuente: Propia

Tabla 4. 40 Ponderación para el criterio funcionalidad

FUNCIONALIDAD	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3	$\Sigma +1$	PONDERACIÓN
SOLUCIÓN 1		1.00	1.00	2.00	0.67
SOLUCIÓN 2	0.00		0.50	0.50	0.17
SOLUCIÓN 3	0.00	0.50		0.50	0.17
				3.00	1.00

Fuente: Propia

Tabla 4. 41 Ponderación para el criterio mantenimiento

MANTENIMIENTO	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3	$\Sigma +1$	PONDERACIÓN
SOLUCIÓN 1		1.00	1.00	2.00	0.67
SOLUCIÓN 2	0.00		0.50	0.50	0.17
SOLUCIÓN 3	0.00	0.50		0.50	0.17
				3.00	1.00

Fuente: Propia

Tabla 4. 42 Determinación de prioridades

CONCLUSIÓN	COSTO	INSTALACION	SEGURIDAD	FUNCIONALIDAD	MANTENIMIENTO	Σ	PRIORIDAD
SOLUCIÓN 1	0.05	0.10	0.07	0.17	0.17	0.55	1
SOLUCIÓN 2	0.00	0.00	0.13	0.04	0.04	0.22	3
SOLUCIÓN 3	0.05	0.10	0.00	0.04	0.04	0.23	2

Fuente: Propia

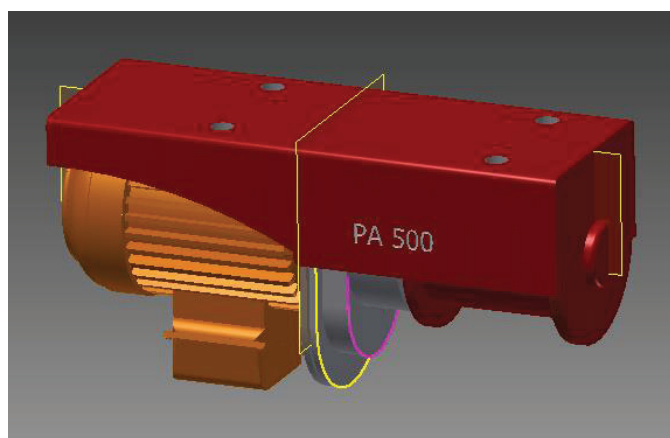


Figura 4. 1 Gráfico del polipasto eléctrico

Fuente: Propia

4.2.3 DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS DEL MÓDULO 3

Tabla 4. 43 Determinación de alternativas del módulo 3

MÓDULO	COMPONENTE					
Acceder al interior del ascensor	<table border="1"> <tr> <td>Plataforma</td> <td>Cabina</td> <td>Panorámico</td> </tr> </table>			Plataforma	Cabina	Panorámico
	Plataforma	Cabina	Panorámico			
Direccionar el movimiento del ascensor	<table border="1"> <tr> <td>Guías en V</td> <td>Guías En T</td> <td>Guías circulares</td> </tr> </table>			Guías en V	Guías En T	Guías circulares
	Guías en V	Guías En T	Guías circulares			
ALTERNATIVA	1	2	3			

Fuente: Propia

4.2.3.1 Alternativa 1 (Plataforma-guías en T)

Alternativa 1: Plataforma-Guías en T

4.2.3.2 Alternativa 2 (Cabina-guías en V)

Alternativa 2: Cabina-Guías en V

4.2.3.3 Alternativa 3 (Panorámico-guías en T)

Alternativa 3: Panorámico-Guías en T

4.2.3.4 Ponderación de las alternativas del módulo 3

Establecimiento de criterios de valoración del módulo 3

Se listan a continuación los criterios de valoración más determinantes

- **Costo:** El costo en el mercado sea asequible.
- **Ergonomía:** Confortable para el usuario.
- **Funcionalidad:** El sistema tiene que ser práctico y utilitario.
- **Complejidad:** Facilidad para la fabricación de los elementos estructurales.
- **Peso:** Debe tener bajo peso para ser transportable en espacios reducidos

- **Montaje:** Facilidad de realizar el montaje de acuerdo al mecanismo empleado.

La evaluación de los criterios y alternativas para este módulo se detalla en las tablas siguientes:

Tabla 4. 44 Ponderación de soluciones para el módulo 3

CRITERIO	COSTO	ERGONOMIA	FUNCIONALIDAD	COMPLEJIDAD	PESO	SEGURIDAD	$\Sigma +1$	PONDERACIÓN
COSTO		0.50	0.00	0.50	0.50	0.50	2.00	0.13
ERGONOMIA	0.50		0.50	0.50	1.00	0.50	3.00	0.20
FUNCIONALIDAD	1.00	0.50		0.50	1.00	0.50	3.50	0.23
COMPLEJIDAD	0.50	0.50	0.50		0.50	0.50	2.50	0.17
PESO	0.50	0.00	0.00	0.50		0.00	1.00	0.07
SEGURIDAD	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00		3.00	0.20
							15.00	1.00

Fuente: Propia

Tabla 4. 45 Ponderación para el criterio costo

COSTO	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3	$\Sigma +1$	PONDERACIÓN
SOLUCIÓN 1		1.00	1.00	2.00	0.67
SOLUCIÓN 2	0.00		1.00	1.00	0.33
SOLUCIÓN 3	0.00	0.00		0.00	0.00
				3.00	1.00

Fuente: Propia

Tabla 4. 46 Ponderación para el criterio ergonomía

ERGONOMIA	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3	$\sum +1$	PONDERACIÓN
SOLUCIÓN 1		0.00	0.00	0.00	0.00
SOLUCIÓN 2	1.00		0.00	1.00	0.33
SOLUCIÓN 3	1.00	1.00		2.00	0.67
				3.00	1.00

Fuente: Propia

Tabla 4. 47 Ponderación para el criterio funcionalidad

FUNCIONALIDAD	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3	$\sum +1$	PONDERACIÓN
SOLUCIÓN 1		0.00	0.00	0.00	0.00
SOLUCIÓN 2	1.00		0.50	1.50	0.50
SOLUCIÓN 3	1.00	0.50		1.50	0.50
				3.00	1.00

Fuente: Propia

Tabla 4. 48 Ponderación para el criterio complejidad

COMPLEJIDAD	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3	$\sum +1$	PONDERACIÓN
SOLUCIÓN 1		1.00	1.00	2.00	0.67
SOLUCIÓN 2	0.00		1.00	1.00	0.33
SOLUCIÓN 3	0.00	0.00		0.00	0.00
				3.00	1.00

Fuente: Propia

Tabla 4. 49 Ponderación para el criterio peso

PESO	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3	$\Sigma +1$	PONDERACIÓN
SOLUCIÓN 1		1.00	1.00	2.00	0.67
SOLUCIÓN 2	0.00		0.50	0.50	0.17
SOLUCIÓN 3	0.00	0.50		0.50	0.17
				3.00	1.00

Fuente: Propia

Tabla 4. 50 Ponderación para el criterio seguridad

SEGURIDAD	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3	$\Sigma +1$	PONDERACIÓN
SOLUCIÓN 1		0.00	0.00	0.00	0.00
SOLUCIÓN 2	1.00		0.50	1.50	0.50
SOLUCIÓN 3	1.00	0.50		1.50	0.50
				3.00	1.00

Fuente: Propia

Tabla 4. 51 Determinación de prioridades

CONCLUSIÓN	COSTO	ERGONOMIA	FUNCIONALIDAD	COMPLEJIDAD	PESO	SEGURIDAD	Σ	PRIORIDAD
SOLUCIÓN 1	0.09	0.00	0.00	0.13	0.04	0.13	0.40	1
SOLUCIÓN 2	0.04	0.07	0.12	0.07	0.02	0.03	0.35	2
SOLUCIÓN 3	0.00	0.13	0.12	0.00	0.00	0.03	0.28	3

Fuente: Propia

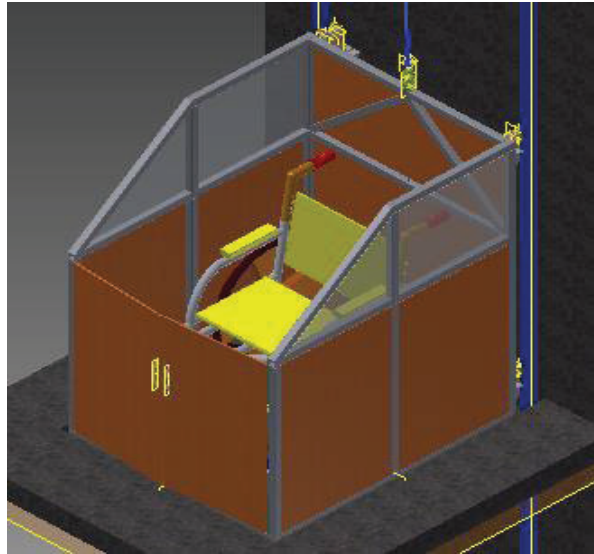


Figura 4. 2 Gráfico de la cabina seleccionada

Fuente: Propia

4.2.4 ALTERNATIVA SELECCIONADA

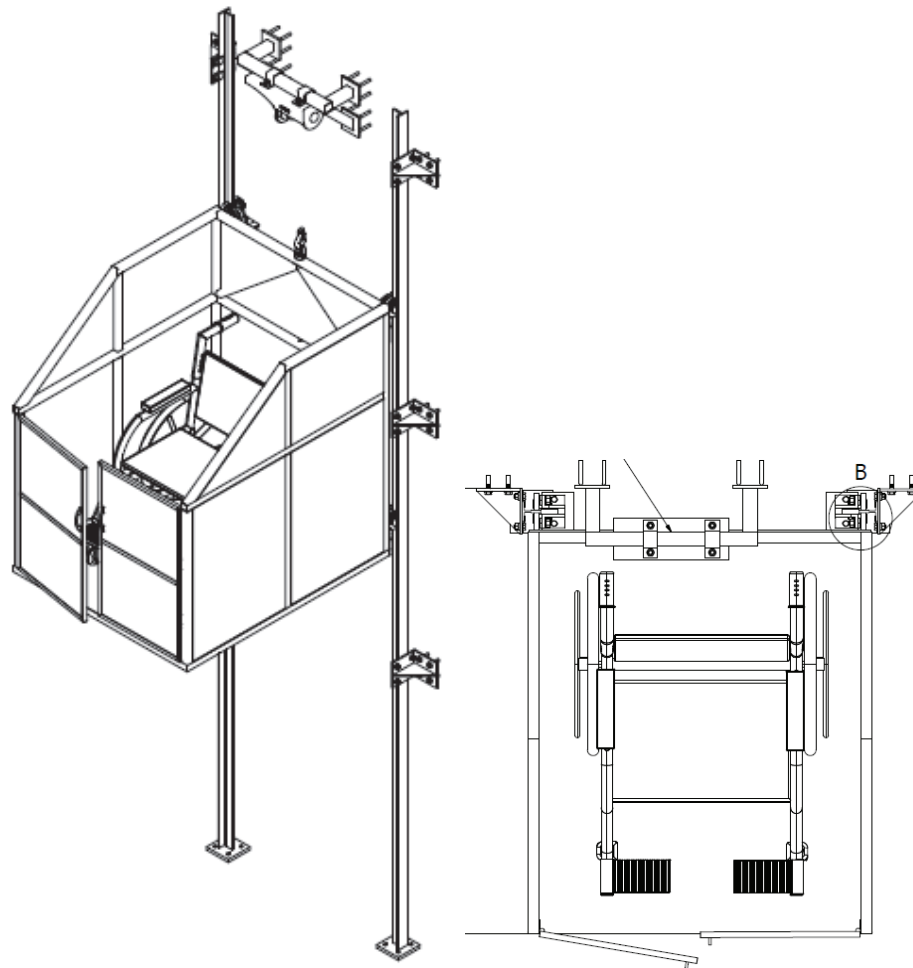


Figura 4. 3 Esquema de la alternativa seleccionada

Fuente: Propia

Componentes de la alternativa seleccionada

La alternativa seleccionada es un ascensor personal tipo plataforma, impulsado por un polipasto eléctrico que moviliza la cabina en las guías T por rodillos de apoyo y para el ingreso a la cabina se emplean dos motores de corriente alterna de baja potencia que abren y cierran la puerta.

Dimensiones de la alternativa seleccionada

Las dimensiones de la cabina son acordes a las exigencias de las normas vigentes en el país y son:

Profundidad: 1,4 [m]

Ancho: 1,2 [m]

Altura: 1,5 [m]

Dispositivos de auto-aseguramiento de la alternativa seleccionada

Para garantizar la seguridad se ha dispuesto en el fondo del hueco o foso dos amortiguadores tipo resorte que disiparan la energía de impacto en caso de corte del cable de tracción o falla eléctrica.

Para el caso de corte de energía eléctrica se empleará el limitador de velocidad y el paracaídas que están incorporados en la cabina y guías respectivamente. El limitador de velocidad está conformado por dos poleas; una superior y está en la parte externa inferior de la cabina y una segunda polea que va en el foso. La polea superior tiene un sistema de cuñas que se activan cuando la presión de la velocidad del cable es mayor a la normal, lo que impide el descenso violento de la cabina y está hala una palanca que activa el paracaídas que se encuentra en la guías y sirve como un freno.

Para evitar el sobrepeso en la cabina se ha seleccionado un sensor de sobrecarga que envía una señal al PLC cuando el límite de carga se supera y éste ordena el paro de la cabina y enciende un foco led.

Para evitar el atrapamiento de personas en las puertas de la cabina se ha instalado un sensor de proximidad que en caso de ser necesario abrirá las puertas de acceso y bloquea el ascenso o descenso del ascensor hasta que la persona salga o entre en la cabina.

También hay un sensor de proximidad en la parte inferior de la cabina y evita el aplastamiento de personas u objetos en caso que se hallen bajo el ascensor cuando este desciende.

Se ha diseñado un sistema de trinquete que está instalado en el tambor de arrollamiento y evita el descenso de la cabina cuando exista un falla en el eje o tambor.

4.3 DISEÑO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

4.3.1 DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CABINA DEL ASCENSOR

4.3.1.1 Cálculo de los esfuerzos en la cabina

En las figuras 4.4 y 4.5 se indican los diagramas de cuerpo libre de la cabina para máxima y mínima carga respectivamente. En el ANEXO B se detallan los pesos de los elementos estructurales y accesorios que contiene la cabina.

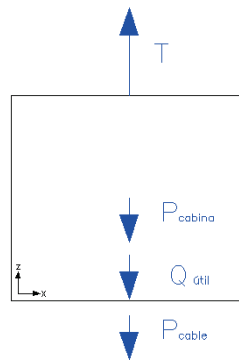


Figura 4. 4 Diagrama de cuerpo libre de la cabina en máxima capacidad

Fuente: Propia

Datos:

Peso de la cabina (P_{cabina}): 1687 [N]

Carga útil ($Q_{útil}$): 980 [N]

Peso del cable (P_{cable}): 12,25 [N]

La fuerza máxima ($F_{máx}$) es:

$$F_{máx} = 1687 + 980 + 12,25 [N]$$

$$F_{máx} = T_{máx} = 2679,25[N]$$

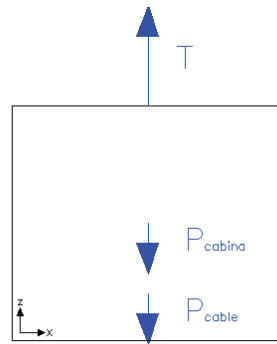


Figura 4. 5 Diagrama de cuerpo libre de la cabina en mínima capacidad

Fuente: Propia

La fuerza ($F_{mín}$) mínima es:

$$F_{mín} = 1687 + 12,25 [N]$$

$$F_{mín} = T_{mín} = 1699,25[N]$$

Las fuerzas que actúan en la estructura varían en el tiempo como se indica en la figura 4.6.

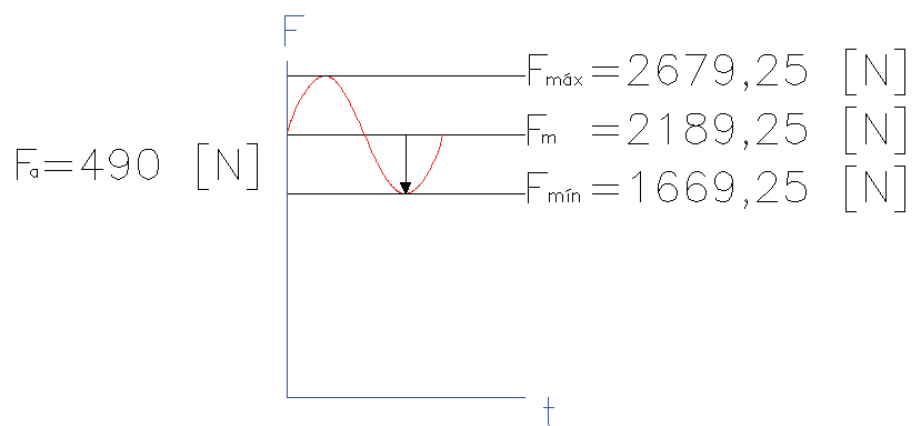


Figura 4. 6 Fuerzas cíclicas que intervienen en la cabina

Fuente: Propia

Considerando el plano Y-Z y el centroide de la sección de la figura 4.7, se calcula el momento máximo y mínimo que actúan en la cabina.

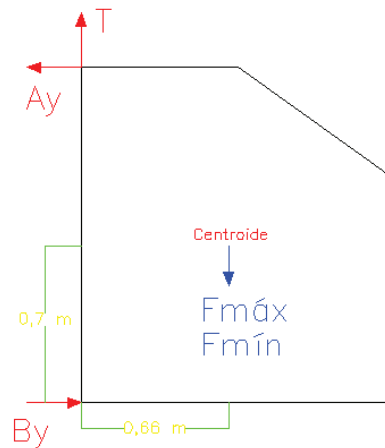


Figura 4. 7 Ubicación de las fuerzas máxima y mínima respecto al centroide en el plano Y-Z

Fuente: Propia

Los momentos máximo y mínimo son respectivamente:

$$M_{máx} = 2679,25 * 0,66 = 1768,31 \text{ [Nm]}$$

$$M_{mín} = 1699,25 * 0,66 = 1121,51 \text{ [Nm]}$$

La sección transversal de la estructura de la cabina se indica en la figura 4.8.

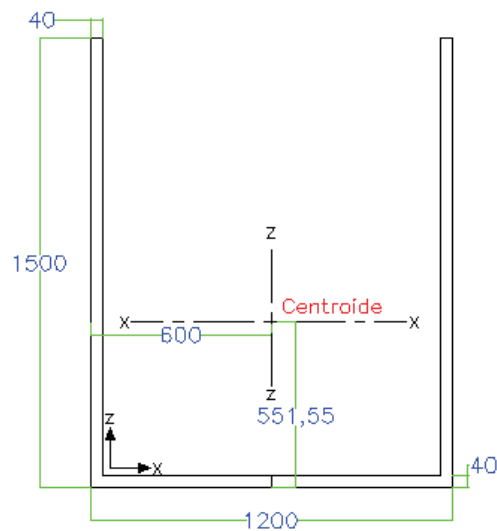


Figura 4. 8 Sección transversal de la estructura de la cabina

Fuente: Propia

La inercia respecto al eje X es:

$$I_x = 0,03988 \text{ [m}^4\text{]}$$

Los esfuerzos máximo y mínimo son:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{m\acute{a}x} * c}{I} = \frac{2679,25 * 0,948}{0,03988} = 63,69 [kPa]$$

$$\sigma_{m\acute{i}n} = \frac{M_{m\acute{i}n} * c}{I} = \frac{1699,25 * 0,948}{0,03988} = 40,39[kPa]$$

Los esfuerzos amplitud y medio son:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{m\acute{a}x} - \sigma_{m\acute{i}n}}{2} = \frac{63,69 - 40,39}{2} = 11,65 [kPa]$$

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{m\acute{a}x} + \sigma_{m\acute{i}n}}{2} = \frac{63,69 + 40,39}{2} = 52,04 [kPa]$$

4.3.1.2 Diseño dinámico de la estructura de la cabina

Para el diseño dinámico de la estructura de la cabina se analizarán los ciclos durante la vida útil del ascensor. Para ello se asumen las siguientes condiciones de operación:

Vida útil del elevador: 10 [años]

Usos por día: 50 [usos/día]

Se considera un ciclo completo cuando el ascensor asciende y desciende hasta sus carreras máximas y mínimas respectivamente.

$$N = 2 * 50 \frac{usos}{d\acute{i}a} * 365 \text{ d\acute{i}as} * 10 \text{ a\~{n}os}$$

$$N = 365000 [ciclos] < 10^6 [ciclos].$$

Los componentes estructurales del ascensor se diseñarán para fatiga con vida finita.

Datos del acero estructural A-36:

$$S_{ut} = 440 [MPa] = 64 [kpsi].$$

$$S_y = 250 [MPa]$$

$f = 0,9$. De la figura 2.4.

La resistencia a la fatiga para vida infinita es:

$$S'_e = 0.5 * 64 = 32 [kpsi]$$

$k_a = 14,4 * 57,7^{-0,718} = 0,78$; para un material laminado en caliente

$k_b = 1,24 * 17,02^{-0,107} = 0,92$

$k_c = 0,868$, para confiabilidad del 95%

$$k_d = k_e = k_f = 1$$

La resistencia a la fatiga real es:

$$S_e = 32 * 0,78 * 0,92 * 0,868 = 19,93 \text{ [kpsi]}$$

Los coeficientes a y b son respectivamente:

$$a = 178 \text{ [kpsi]}$$

$$b = -0,163$$

La resistencia a la fatiga para vida finita de los componentes de la estructura de la cabina es:

$$S_f = 22 \text{ [kpsi]} = 151,9 \text{ [MPa]}$$

Aplicando el criterio de SODERBERG y reemplazando S_e por S_f el factor de seguridad es:

$$\frac{11,65}{151900} + \frac{52,04}{250000} = \frac{1}{F_s}$$

$$F_s \gg 1000$$

4.3.1.3 Diseño del soporte del motor

El soporte del motor resiste las siguientes cargas:

Tabla 4. 52 Cargas que actúan en el soporte del motor

CARGAS	FUERZA MÁXIMA	FUERZA MÍNIMA
	[N]	[N]
Carga Útil	980.00	-
Peso Cabina	1687.00	1687.00
Peso Cable	12.25	12.25
Peso Tambor	20.17	20.17
Peso Motor	19.60	19.60
TOTAL	2719.02	1739.02

El material que se emplea para la fabricación del soporte es tubería estructural cuadrada y tiene las siguientes propiedades:

Material: acero estructural A-36.

$$S_{ut} = 440 \text{ [MPa]} = 64 \text{ [kpsi]}.$$

$$S_y = 250 \text{ [MPa]}$$

$$I = 21,20 \text{ [cm}^4\text{]} = 2,12 * 10^{-7} \text{ [m}^4\text{]}, \text{ del Anexo A-2.}$$

El diagrama de cuerpo libre del soporte se detalla en la figura 4.9.

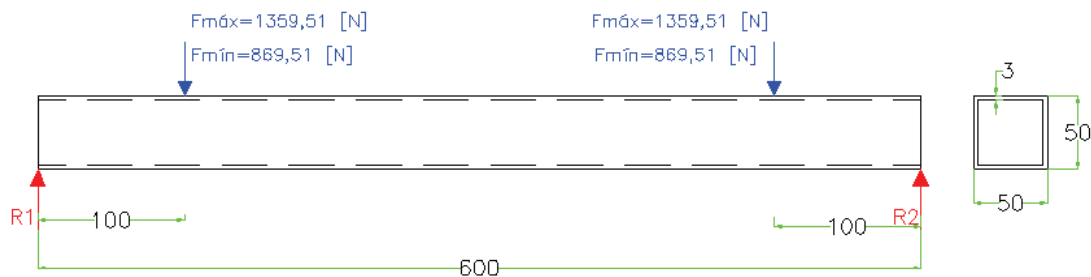


Figura 4. 9 Diagrama de cuerpo libre del soporte del motor

La fuerzas máxima y mínima de la tabla 4.52 se dividen en dos fuerzas debido a que el motor esta soportado por dos agarraderas instaladas en la armadura del mismo a una distancia entre sí de 400 [mm].

4.3.1.3.1 Diseño estático del soporte

Se considera la máxima carga y las reacciones son:

$$R_1 = R_2 = \frac{2719,02[N]}{2} = 1359,51 \text{ [N]}$$

Los diagramas de cortante y momento flector se indican en la figura 4.10.

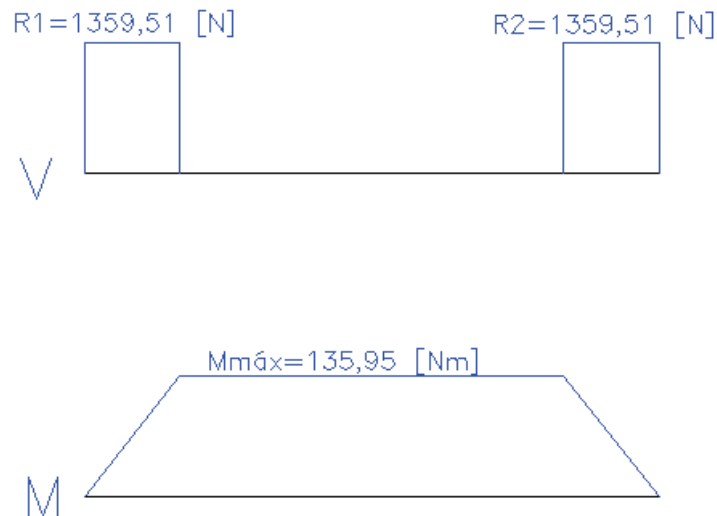


Figura 4. 10 Diagramas de cortante y momento flector del soporte del motor para máxima carga

Fuente: Propia

El esfuerzo flector máximo es:

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{135,95 \text{ [Nm]} * 0,025 \text{ [m]}}{2,12 * 10^{-7} \text{ [m}^4\text{]}} = 16 \text{ [MPa]}$$

Aplicando la ecuación 2.82, el factor de seguridad es:

$$Fs = \frac{250 \text{ [MPa]}}{16 \text{ [MPa]}} = 15,6$$

4.3.1.3.2 Diseño a fatiga del soporte del motor

Se considera las cargas: máxima y mínima del soporte, de acuerdo a la tabla 4.52.

Los diagramas de cuerpo libre para la carga mínima el soporte son:

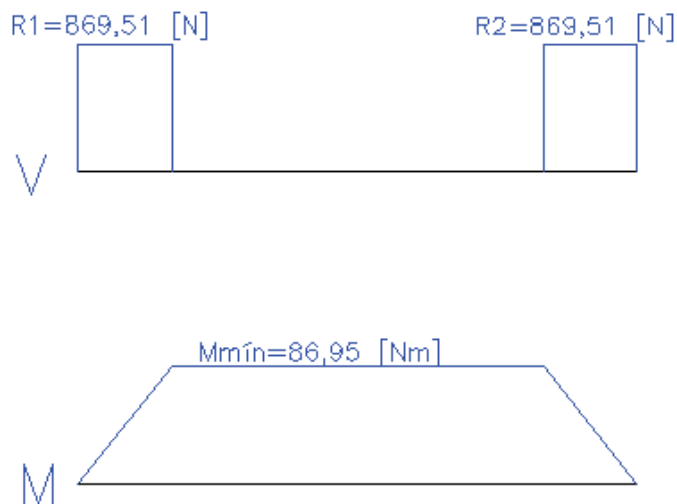


Figura 4. 11 Diagramas de cortante y momento flector del soporte del motor para mínima carga

El esfuerzo flector mínimo es:

$$\sigma_{mín} = \frac{86,95 \text{ [Nm]} * 0,025 \text{ [m]}}{2,12 * 10^{-7} \text{ [m}^4\text{]}} = 10,25 \text{ [MPa]}$$

Los esfuerzos medio y amplitud son:

$$\sigma_a = \frac{16 - 10,25}{2} = 2,9 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_m = \frac{16 + 10,25}{2} = 13,13 \text{ [MPa]}$$

El límite de resistencia a la fatiga es:

$$S'_e = 0,5 * 440 \text{ [MPa]}$$

$$S'_e = 220 \text{ [MPa]}$$

$$k_a = 14,4 * 57,7^{-0,718}$$

$$k_a = 0,78$$

El factor de tamaño emplea la ecuación 2.87.

$$k_b = 1,24 * 13,78^{-0,107} = 0,94$$

Para una confiabilidad del 95% el factor de confiabilidad será:

$$k_c = 0.868$$

Los factores restantes se consideran igual a 1.

El valor de la resistencia a la fatiga (S_e) es:

$$S_e = 220 * 0.78 * 0.94 * 0.868 * 1 * 1 * 1$$

$$S_e = 140 \text{ [MPa]}$$

Aplicando el criterio de Soderberg, el factor de seguridad es:

$$F_s = \frac{1}{\frac{2,9}{140} + \frac{13,13}{250}} = 13,65$$

4.3.1.4 Diseño de las guías de la cabina

Para el diseño estructural que abarca las guías y soporte del ascensor y sistema de tracción se procede a determinar las reacciones sobre las guías.

Por recomendación del libro “ELEADORES, Principios e Innovaciones” de MIRAVETE, A. el perfil más empleado en el medio del ascensor es el perfil tipo 1-70/90, con las siguientes propiedades mecánicas:

$$m_g = 0.0073 \text{ kg/mm}$$

$$s = 937 \text{ mm}^2$$

$$I_{transv} = 41 * 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_{min} = 19.10 * 10^4 \text{ mm}^4$$

$$r_{min} = 14.2 \text{ mm}$$

- Esfuerzos admisibles en guías

Las guías seleccionadas para este proyecto presentan un perfil en forma de T y corresponden al modelo estándar (Ride Super) del fabricante Savera que abarca velocidades de entre 0 y 1 m/s para guías calibradas (cold drawn) y de entre 0 y 1,6 m/s para cepilladas (machined)

Para el cálculo de los esfuerzos y de las flechas sobre las guías es necesario determinar los esfuerzos y las flechas admisibles que en ningún caso deben sobrepasar las guías seleccionadas.

$$\sigma_{\text{perm}} = \frac{R_m}{S_t}$$

Tabla 4. 53 Clases de cargas

Clases de carga	R_m		
	370	440	520
Carga de uso normal	165	195	230
Carga actuando un dispositivo mecánico de parada	205	244	290

Fuente: AENOR; (1999); Norma UNE EN-81-2: Normas de Seguridad para la Construcción e Instalación de Ascensores; Pág.: 152

En el ANEXO C.2., el valor de la resistencia a la tracción se encuentra comprendido entre 420 y 710 [N/mm²], por lo que se escoge el valor de 450 [N/mm²]

CARGA DE USO NORMAL:

Interpolando se obtiene:

$$\sigma_{\text{perm}} = 195 + (230 - 195) \left(\frac{450 - 440}{520 - 440} \right)$$

$$\sigma_{\text{perm}} = 199,37 \text{ N/mm}^2$$

CARGA ACTUANDO UN DISPOSITIVO MECÁNICO DE PARADA:

Interpolando se obtiene:

$$\sigma_{perm} = 244 + (290 - 244) \left(\frac{450 - 440}{520 - 440} \right)$$

$$\sigma_{perm} = 249,75 \text{ N/mm}^2$$

De acuerdo la Norma EN 81-2 se indica que el cálculo de las guías debe realizarse para tres situaciones distintas de funcionamiento de la cabina, como son: la actuación de un componente de seguridad, el uso normal de subida y bajada y la acción de carga y descarga. En todas ellas deben evaluarse los esfuerzos de flexión, de pandeo, combinados, la torsión de la base y las flechas.

4.3.1.4.1 *Diseño de esfuerzos bajo la acción de un componente de seguridad*

Esfuerzo de flexión

a) Esfuerzos de flexión sobre las guías con respecto al eje de las Y, debida a las fuerzas de guiado:

CASO 1: DISTRIBUCION DE CARGA RESPECTO AL EJE X

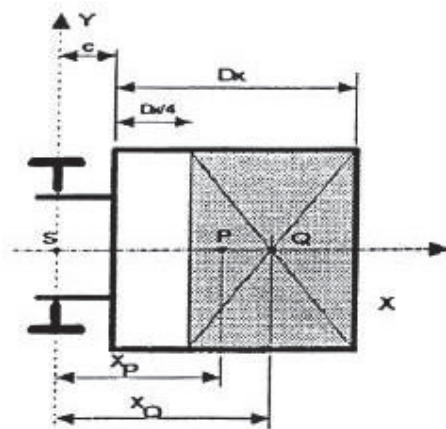


Figura 4. 12 Distribución de carga respecto al eje x

Fuente: AENOR; (1999); Norma UNE EN-81-2: Normas de Seguridad para la Construcción e Instalación de Ascensores; Pág.: 152

La distancia de la carga nominal Q viene determinada por las ecuaciones:

$$x_Q = c + \frac{5}{8} \cdot D_x \quad y_Q > 0$$

$$x_Q = 0,071 + \frac{5}{8} \cdot 1,4$$

$$x_Q = 0,946m$$

$$x_p = 0,771m \quad y_p > 0$$

- La fuerza aplicada a las guías

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_p)}{n \cdot h}$$

$$F_x = \frac{3 \times 9,81 \times (100 \times 0,946 + 172,02 \times 0,771)}{2 \times 3}$$

$$F_x = 1114,55 [N]$$

- El momentos flector

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}$$

$$M_y = \frac{3 \times 1114,55 \times 3}{16}$$

$$M_y = 626,93 [Nm]$$

- Esfuerzo de flexión

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

$$\sigma_y = \frac{623,96}{5,389 \times 10^{-6}}$$

$$\sigma_y = 116,33 \text{ [MPa]}$$

b) Esfuerzo de flexión sobre la guía con respecto al eje de las X, debido a las fuerzas de guiado:

CASO 2: DISTRIBUCION DE CARGA RESPECTO AL EJE Y

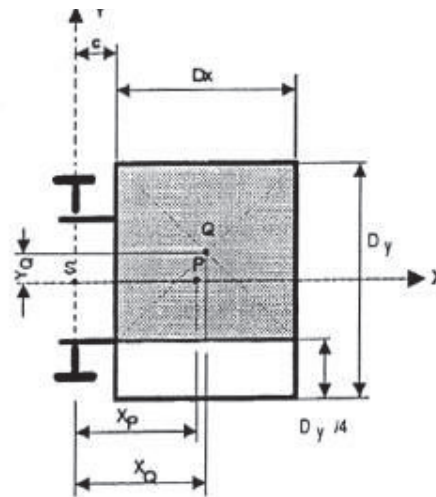


Figura 4. 13 Distribución de carga respecto al eje y

Fuente: AENOR; (1999); Norma UNE EN-81-2: Normas de Seguridad para la Construcción e Instalación de Ascensores; Pág.: 153

La distancia de la carga nominal Q viene determinada por las ecuaciones:

$$x_Q = c + \frac{D_x}{2} \qquad y_Q = \frac{1}{8} \cdot D_Y$$

$$x_Q = 0,071 + \frac{1,4}{2} \qquad y_Q = \frac{1}{8} \cdot 1,2$$

$$x_Q = 0,771 \qquad y_Q = 0,15$$

$$x_p > 0 \qquad y_p > 0$$

- La fuerza aplicada a las guías

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_p)}{\frac{n}{2} \cdot h}$$

$$F_y = \frac{3 \times 9,81 \times (100 \times 0,15 + 172,02 \times 0)}{\frac{2}{2} \cdot 3}$$

$$F_y = 147,15 \text{ N}$$

- El momentos flector

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}$$

$$M_x = \frac{3 \times 147,15 \times 3}{16}$$

$$M_x = 82,77 \text{ Nm}$$

- Esfuerzo de flexion

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

$$\sigma_x = \frac{82,77}{9,169 \times 10^{-6}}$$

$$\sigma_x = 9,03 \text{ [MPa]}$$

Esfuerzo de pandeo

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + Q)}{n}$$

$$F_k = \frac{3 \times 9,81 \times (172,02 + 102)}{2}$$

$$F_k = 4032,20 \text{ [N]}$$

- El esfuerzo de pandeo se determina por la siguiente ecuación:

$$\sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A}$$

Esbeltez:

$$\lambda = \frac{l_k}{i}$$

$$\lambda = \frac{3000}{14.2}$$

$$\lambda = 211.27$$

Para obtener w se realiza la interpolación en función de la esbeltez:

Para:

370 MPa se tiene $w = 7.52$

450 MPa se tiene $w = x$

520 MPa se tiene $w = 11.28$

Interpolando se obtiene:

$$x = 7.52 + (11.28 - 7.52) \left(\frac{450 - 370}{520 - 370} \right)$$

$$x = w = 9.53$$

$$\sigma_k = \frac{(4032,20 + 2,5 \times 49,05) \cdot 9.53}{9,4 \times 10^{-4}}$$

$$\sigma_k = 42,12 \text{ [MPa]}$$

Esfuerzos combinados

Es la combinación de los esfuerzos de flexión y pandeo a los que están sometidas las guías

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_m = 9,03 + 116,33 = 125,36 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma = 125,36 \times 10^6 + \frac{4032,2 + 2,5 \times 49,05}{9,4 \times 10^{-4}} = 129,78 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_c = 42,12 + 0,9 \times 125,36 = 154,94 \text{ [MPa]}$$

De esta forma, se comprueba que la guía es capaz de soportar todos y cada uno de los esfuerzos combinados.

Esfuerzos de torsión de la base

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_F = \frac{1,85 \times 1114,55}{(6 \times 10^{-3})^2} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_F = 57,27 \text{ [MPa]} \leq \sigma_{perm}$$

De esta manera, se comprueba que la base de la guía es capaz de soportar el esfuerzo de torsión al que está sometida.

Flechas

Deflexiones debido a las fuerzas ejercidas sobre las guías

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{1114,55 \times 3^3}{48 \times (210 \times 10^9) \times (18,86 \times 10^{-8})} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_x = 10 \text{ mm} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_y = 0,7 \cdot \frac{147,15 \times 3^3}{48 \times (210 \times 10^9) \times (40,95 \times 10^{-8})} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_y = 6,37 \times 10^{-4} \text{ m} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_y = 0,67 \text{ mm} \leq \delta_{perm}$$

Se comprueba que la deflexión que sufre la guía en ambas direcciones cumple con lo establecido en la Norma EN 81-2 para la situación de funcionamiento de un componente de seguridad.

4.3.1.4.2 Diseño de esfuerzos en funcionamiento normal (sin carga)

Esfuerzos de flexión

a) Esfuerzos de flexión sobre las guías con respecto al eje de las Y, debida a las fuerzas de guiado:

CASO 1: DISTRIBUCION DE CARGA RESPECTO AL EJE X

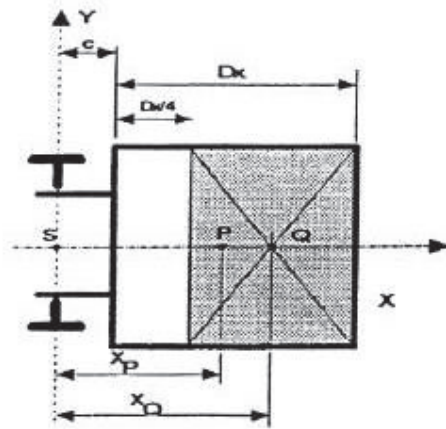


Figura 4. 14 Distribución de carga respecto al eje X

Fuente: AENOR; (1999); Norma UNE EN-81-2: Normas de Seguridad para la Construcción e Instalación de Ascensores; Pág.: 156

La distancia de la carga nominal Q viene determinada por las ecuaciones:

$$x_Q = c + \frac{5}{8} \cdot D_x \quad y_Q > 0$$

$$x_Q = 0,071 + \frac{5}{8} \cdot 1,4$$

$$x_Q = 0,946m$$

$$x_P = 0,771m \quad y_P > 0$$

- La fuerza aplicada a las guías

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (x_Q - x_S) + P(x_P - x_S)]}{n \cdot h}$$

$$F_x = \frac{1,2 \times 9,81 \times [100(0,946 - 0) + 172,02(0,771 - 0)]}{2 \times 3}$$

$$F_x = 445,82 [N]$$

- El momentos flector

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}$$

$$M_y = \frac{3 \times 339,9 \times 3}{16}$$

$$M_y = 250,77 \text{ [Nm]}$$

- Esfuerzo de flexión

$$\sigma_y = \frac{M_Y}{W_Y}$$

$$\sigma_y = \frac{250,77}{5,389 \times 10^{-6}}$$

$$\sigma_y = 46,53 \text{ [MPa]}$$

b) Esfuerzo de flexión sobre la guía con respecto al eje de las X, debido a las fuerzas de guiado:

CASO 2: DISTRIBUCION DE CARGA RESPECTO AL EJE Y

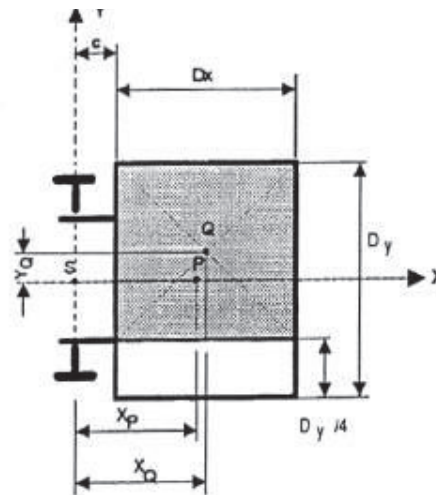


Figura 4. 15 Distribución de carga respecto al eje y

Fuente: AENOR; (1999); Norma UNE EN-81-2: Normas de Seguridad para la Construcción e Instalación de Ascensores; Pág.: 156

La distancia de la carga nominal Q viene determinada por las ecuaciones:

$$x_Q = c + \frac{D_x}{2} \qquad y_Q = \frac{1}{8} \cdot D_Y$$

$$x_Q = 0,071 + \frac{1,4}{2} \qquad y_Q = \frac{1}{8} \cdot 1,2$$

$$x_Q = 0,771 \qquad y_Q = 0,15$$

$$x_p > 0 \qquad y_p > 0$$

- La fuerza aplicada a las guías

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (y_Q - y_S) + P(y_P - y_S)]}{\frac{n}{2} \cdot h}$$

$$F_y = \frac{1,2 \times 9,81 \times [100(0,15 - 0) + 172,02(0 - 0)]}{\frac{2}{2} \cdot 3}$$

$$F_y = 58,86 \text{ [N]}$$

- El momentos flector

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}$$

$$M_x = \frac{3 \times 58,86 \times 3}{16}$$

$$M_x = 33,11 \text{ N}$$

- Esfuerzo de flexión

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

$$\sigma_x = \frac{33,11}{9,169 \times 10^{-6}}$$

$$\sigma_x = 3,6 \text{ MPa}$$

Esfuerzo de Pandeo.

No existe ningún esfuerzo de pandeo durante la carga en utilización normal, ya que no hay acción del paracaídas

Esfuerzos combinados

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_m = 3,6 + 46,53 \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_m = 50,13 \text{ [MPa]} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = 50,13 + \frac{2,5 \times 49,05}{9,4 \times 10^{-4}} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = 0,13 \text{ [MPa]} \leq \sigma_{perm}$$

Esfuerzos de torsión de la base

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_F = \frac{1,85 \times 445,82}{(6 \times 10^{-3})^2} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_F = 22,91 \text{ [MPa]} \leq \sigma_{perm}$$

Flechas

Deflexiones debido a las fuerzas ejercidas sobre las guías

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{445,82 \times 3^3}{48 \times (210 \times 10^9) \times (18,86 \times 10^{-8})} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_x = 4,43 \times 10^{-3} \text{ m} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_x = 4 \text{ [mm]} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_y = 0,7 \cdot \frac{58,86 \times 3^3}{48 \times (210 \times 10^9) \times (40,95 \times 10^{-8})} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_y = 2,69 \times 10^{-4} \text{ m} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_y = 0,26 \text{ [mm]} \leq \delta_{perm}$$

4.3.1.4.3 Diseño de esfuerzos en funcionamiento normal (con carga)

Esfuerzos de flexión

a) Esfuerzos de flexión sobre las guías con respecto al eje de las Y, debida a las fuerzas de guiado:

CASO 1: DISTRIBUCION DE CARGA RESPECTO AL EJE X

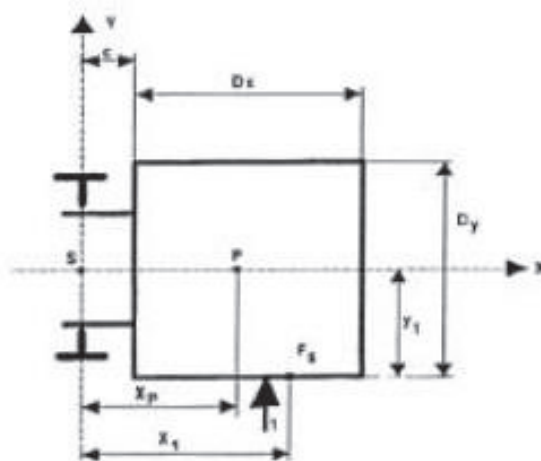


Figura 4. 16 Distribución de carga respecto al eje x

Fuente: AENOR; (1999); Norma UNE EN-81-2: Normas de Seguridad para la Construcción e Instalación de Ascensores; Pág.: 157

$$x_1 > 0 \quad y_1 = \frac{D_Y}{2} = \frac{1,2}{2} = 0,6 \text{ m}$$

$$x_p > 0 \quad y_p > 0$$

- La fuerza aplicada a las guías

$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_p - x_s) + F_s \cdot (x_i - x_s)}{n \cdot h}$$

Fs:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q$$

$$F_s = 0,4 \times 9,81 \times 100$$

$$F_s = 392,4 \text{ N}$$

$$F_x = \frac{9,81 \times 172,02(0,771 - 0) + 392,4(1,471 - 0)}{2 \times 3}$$

$$F_x = 313,05 \text{ [N]}$$

- El momento flector

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}$$

$$M_y = \frac{3 \times 313,05 \times 3}{16}$$

$$M_y = 176,09 \text{ [Nm]}$$

- Esfuerzo de flexión

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

$$\sigma_y = \frac{176,09}{5,389 \times 10^{-6}}$$

$$\sigma_y = 32,67 \text{ [MPa]}$$

b) Esfuerzo de flexión sobre la guía con respecto al eje de las X, debido a las fuerzas de guiado:

CASO 2: DISTRIBUCION DE CARGA RESPECTO AL EJE Y

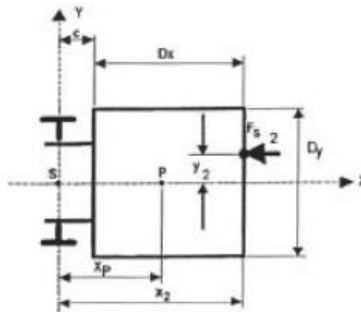


Figura 4. 17 Distribución de carga respecto al eje y

Fuente: AENOR; (1999); Norma UNE EN-81-2: Normas de Seguridad para la Construcción e Instalación de Ascensores; Pág.: 157

$$x_2 > c + D_x \quad y_2 > 0$$

$$x_2 > 1,471$$

$$x_p > 0 \quad y_p > 0$$

- La fuerza aplicada a las guías

$$F_y = \frac{F_s \cdot y_i}{\frac{n}{2} \cdot h}$$

$$F_y = \frac{392,4 \times 0,6}{\frac{2}{2} \times 3}$$

$$F_y = 78,48 \text{ N}$$

- El momentos flector

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}$$

$$M_x = \frac{3 \times 78,48 \times 3}{16}$$

$$M_x = 44,14 \text{ Nm}$$

- Esfuerzo de flexión

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

$$\sigma_x = \frac{44,14}{9,169 \times 10^{-6}}$$

$$\sigma_x = 4,8 \text{ MPa}$$

Esfuerzo de Pandeo.

No existe ningún esfuerzo de pandeo durante la carga en utilización normal, ya que no hay acción del paracaídas

Esfuerzos combinados

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_m = 4,8 + 32,67 \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_m = 37,47 \text{ [Mpa]} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = 37,47 + \frac{2,5 \times 49,05}{9,4 \times 10^{-4}} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma = 0,13 \text{ [MPa]} \leq \sigma_{perm}$$

Esfuerzos de torsión de la base

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_F = \frac{1,85 \times 313,05}{(6 \times 10^{-3})^2} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_F = 16,08 \text{ [MPa]} \leq \sigma_{perm}$$

Flechas

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{313,05 \times 3^3}{48 \times (210 \times 10^9) \times (18,86 \times 10^{-8})} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_x = 3,11 \times 10^{-3} \text{ m} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_x = 3,1 \text{ mm} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_y = 0,7 \cdot \frac{78,48 \times 3^3}{48 \times (210 \times 10^9) \times (40,95 \times 10^{-8})} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_y = 3,59 \times 10^{-4} \text{ m} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_y = 0,36 \text{ mm} \leq \delta_{perm}$$

4.3.1.5 Selección de rodillos guía

De acuerdo al espesor de la guía se selecciona ruedas en elastómero de poliuretano (Mini rodaderas AR 0.1) como se puede visualizar en la figura 4.15.



Figura 4. 18 Esquema de rodillo guía

Fuente: Propia

Dos de las ruedas van montadas sobre un eje excéntrico para adaptarse exactamente al ancho de la guía. La holgura entre las ruedas y la guía es de 0,1 a 0,5 [mm].

4.3.1.6 Diseño de placa base

El área de apoyo en la placa es como se indica en la figura 4.16 y se calcula:

$$A_{PB} = B * N [cm^2]$$

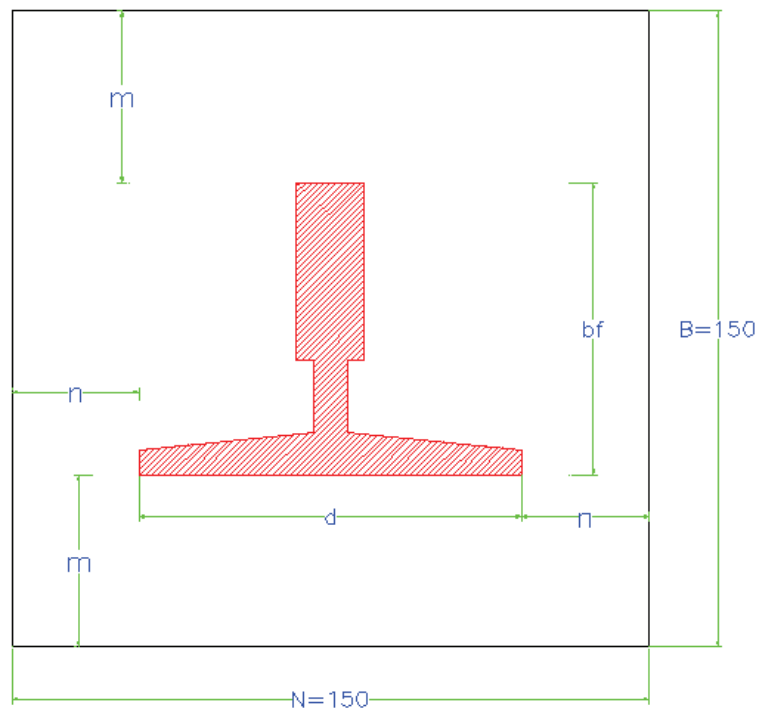


Figura 4. 19 Medidas y dimensiones de la placa base

Fuente: Propia

Donde:

$$m = \frac{(15 - 0,95 * 9)[cm]}{2} * \frac{1 [in]}{2,54[cm]}$$

$$n = \frac{(15 - 0,8 * 7,5)[cm]}{2} * \frac{1 [in]}{2,54[cm]}$$

$$m = 1,27 [in]$$

$$n = 1,77 [in]$$

La máxima presión que soporta la placa base en el concreto (F_p) se determina a partir de la carga P que se calcula con el esfuerzo combinado de flexión compresión (σ) de la ecuación 2.20.

$$\sigma = 129,78 [MPa]$$

Para hallar la fuerza P se emplea la ecuación 2.2.

$$129,78 [MPa] = \frac{P}{A_{Guía}}$$

El área de la guía ($A_{Guía}$) se halla del ANEXO C.1.

$$P = 129,78 [MPa] * 16,9 [cm^2] * \frac{1 [m^2]}{10^4 [cm^2]}$$

$$P = 219328 [N]$$

La ecuación 2.50 permite obtener la máxima presión de la placa base.

$$F_p = \frac{219328 [N] * \frac{2,2[lb]}{9,8[N]}}{15 * 15 [cm^2] * \frac{1 [in^2]}{(2,54)^2 [cm^2]}}$$

$$F_p = 1411,81 \left[\frac{lb}{in^2} \right]$$

Como n es mayor que m, el espesor se calcula con la ecuación 2.51.

$$t = 1,77 * \sqrt{\frac{1411,81}{0,25 * 36000}}$$

$$t = 0,7 [in] = 17,78 [mm]$$

El espesor que se empleará para la placa base es de 18 [mm], que se puede encontrar en el mercado.

4.3.1.7 Diseño de pernos de anclaje

El $S_y = 3783 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$ es la resistencia del acero AISI SAE 1018 para pernos de anclaje¹⁴.

Para calcular la fuerza cortante (V_D) que interviene en los pernos de anclaje, se considera la fuerza resultante entre las ecuaciones 2.11 y 2.15 que se calcularon en el apartado 4.3.1.2.1.

La fuerza resultante es:

$$F = \sqrt{1114,55^2 + 147,15^2}$$

$$F = 1124,22 [N]$$

El diámetro de los pernos para un factor de seguridad igual a 3 es:

$$D_a = \sqrt{\frac{4 * 3 * 1124,22[N] * 1 [kg]}{\pi * 0,6 * 3783 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] * 9,8 [N]}}$$

$$D_a = 0,5 \text{ cm} = 5 \text{ mm}$$

Se elige un anclaje HILTI de $D_a = \frac{1}{4} [pulg]$

4.3.1.8 Diseño de cimentación

Se considera la capacidad resistente admisible del suelo $q_a = 2 \text{ Kg/cm}^2$ (ANEXO D); la resistencia última del hormigón es $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, el esfuerzo de fluencia del acero A 36 es:

$$S_y = 2530 \text{ Kg/cm}^2.$$

De la figura 4.17 se puede determinar los momentos y la fuerza en la base de las guías de la cabina.

¹⁴ Sumiteccr. (Febrero, 2011).
<http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%201018.pdf>

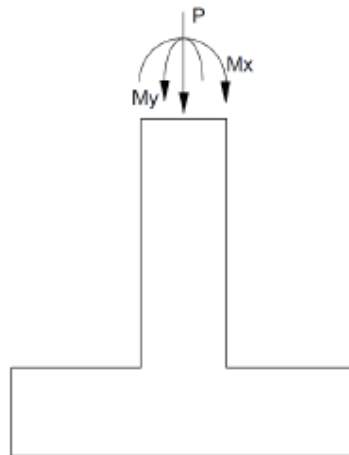


Figura 4. 20 Vista X-Z de la cimentación con las reacciones en la base

Fuente: Propia

Los momentos M_x y M_y se obtienen del apartado 4.3.1.2.3. Sección: Utilización normal de carga.

$$M_x = 44,14 \text{ [Nm]}$$

$$M_y = 176,09 \text{ [Nm]}$$

El peso total que soporta la cimentación son los pesos de la cabina y carga útil.

$$P_{TOTAL} = 980 \text{ N} + 1687 \text{ N}$$

$$P_{TOTAL} = 2667 \text{ [N]}$$

El área requerida del plinto es:

$$A_{Plinto} = \frac{P_{TOTAL}}{q_a}$$

$$A_{Plinto} = \frac{2667 \text{ [N]}}{2 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]} * \frac{1[\text{kg}]}{9,8 \text{ [N]}}$$

$$A_{Plinto} = 136 \text{ [cm}^2\text{]}$$

El área calculada es muy pequeña y no coincide con las dimensiones de la placa base, por lo tanto se asume un área y se comprobará su resistencia para las cargas solicitadas.

$$A_{Plinto} = 3600 \text{ [cm}^2\text{]}$$

El plinto quedará establecido como lo indica la figura 4.15.

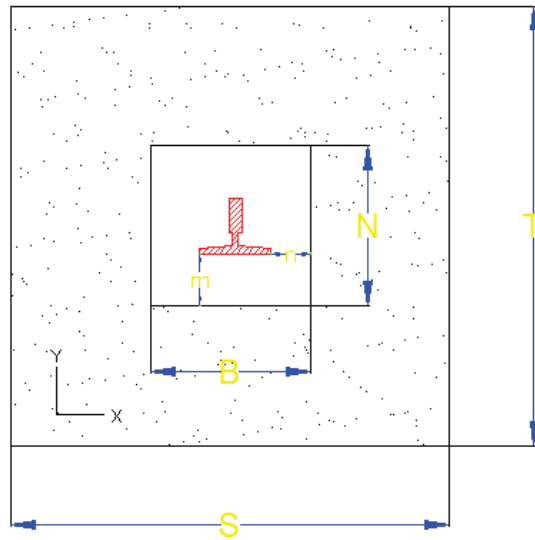


Figura 4. 21 Dimensionamiento de la cimentación

Fuente: Propia

Las dimensiones que se asumen para la cimentación son:

$$S = 60 \text{ [cm]}$$

$$T = 60 \text{ [cm]}$$

La excentricidad de carga se calcula con la ecuación 2.59:

$$e_x = \frac{44,14 \text{ [Nm]}}{2667 \text{ [N]}}$$

$$e_x = 0,016 \text{ [m]}$$

$$e_y = \frac{176,09 \text{ [Nm]}}{2667 \text{ [N]}}$$

$$e_y = 0,06 \text{ [m]}$$

Ahora se verificará que la excentricidad cumpla con la ecuación 2.60:

$$e_x < \frac{0,60 \text{ [m]}}{6}$$

$$0,016 \text{ [m]} < 0,10 \text{ [m]}$$

$$e_Y < \frac{0,60[m]}{6}$$

$$0,06[m] < 0,10[m]$$

Entonces el esfuerzo máximo en el suelo se calcula por la ecuación 2.61:

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{P_{TOTAL}}{A_{plinto}} * \left(1 + \frac{6 * e_X}{S} + \frac{6 * e_Y}{T} \right)$$

Reemplazando se obtiene:

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{2667 [N]}{3600 [cm^2]} * \left(1 + \frac{6 * 1,6 [cm]}{60 [cm]} + \frac{6 * 6 [cm]}{60 [cm]} \right) * \frac{1[kg]}{9,8 [N]}$$

$$q_{m\acute{a}x} = 0,13 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

Si se compara con la máxima resistencia admisible del suelo (q_a), se tiene:

$$q_{m\acute{a}x} < q_a$$

Entonces la sección transversal de cimentación es adecuada para resistir la carga.

DISEÑO PARA CORTANTE

Para diseñar la cimentación por cortante se estima la sección crítica como se indica en la figura 4.19.

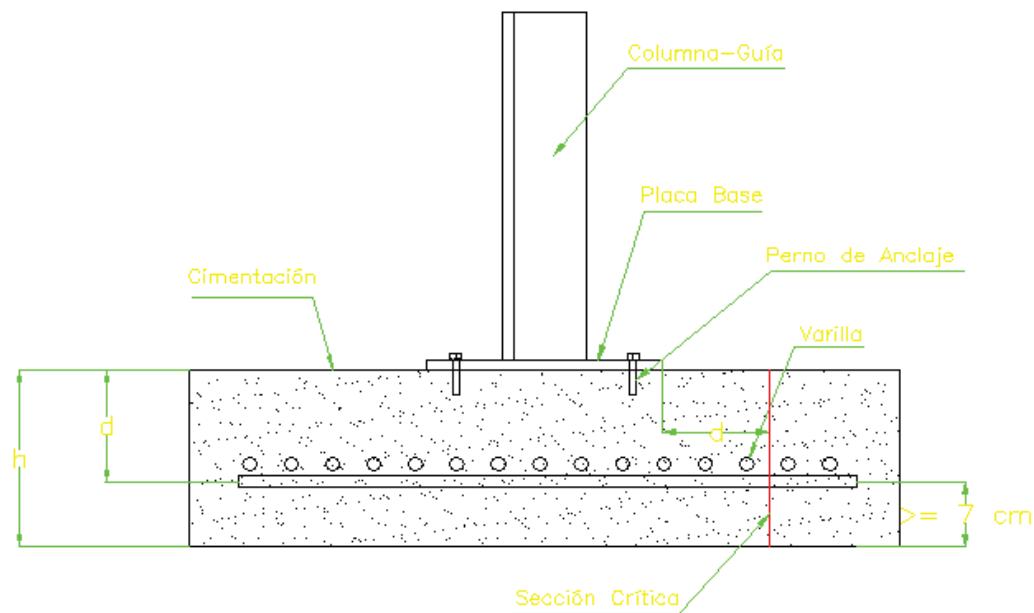


Figura 4. 22 Esquema de cimentación y sección crítica por cortante

Fuente: Propia

Se asume un peralte $h = 30 \text{ [cm]}$

El mínimo valor de esfuerzo del suelo es:

$$q_{\min} = \frac{2667 \text{ [N]}}{3600 \text{ [cm}^2\text{]}} * \left(1 - \frac{6 * 1,6 \text{ [cm]}}{60 \text{ [cm]}} - \frac{6 * 6 \text{ [cm]}}{60 \text{ [cm]}} \right) * \frac{1 \text{ [kg]}}{9,8 \text{ [N]}}$$

$$q_{\min} = 0,02 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

El esfuerzo crítico se obtiene de la figura 4.20.

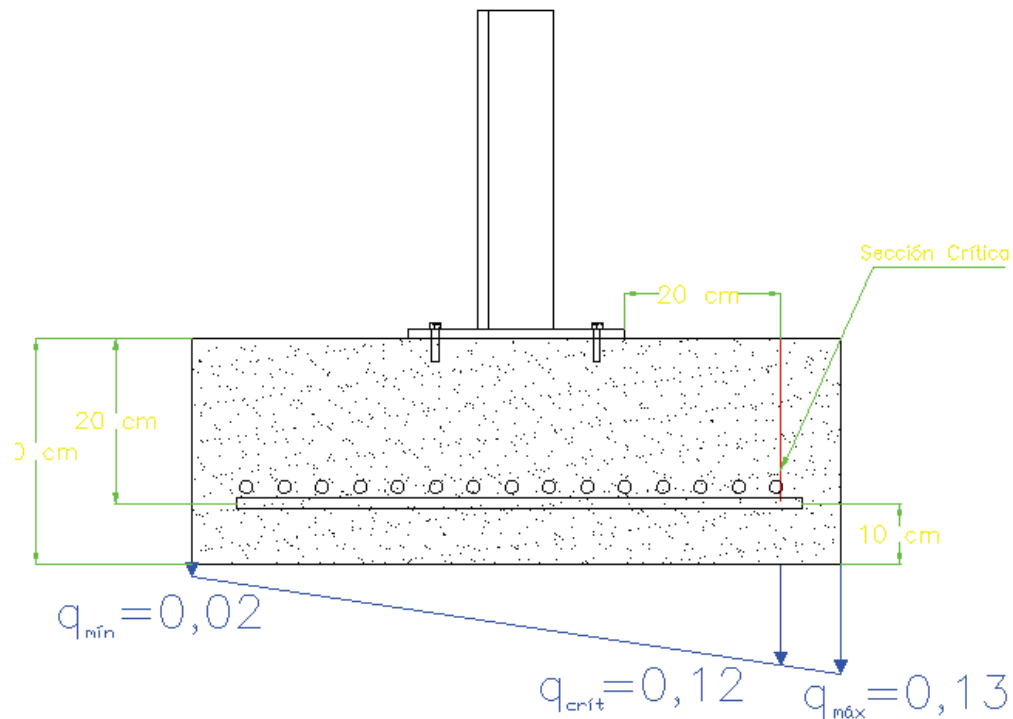


Figura 4. 23 Distribución de esfuerzos por cortante en la cimentación

Fuente: Propia

$$q_{crit} = 0,12 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

La fuerza cortante en la dirección x de la sección crítica es:

$$V_{crit} = \left(\frac{(0,13 + 0,12)[kg/cm^2]}{2} \right) * 1,27[pul] * 0,60[m] * \frac{10^4 [cm^2]}{1[m^2]} * \frac{1 [m]}{39,37 [pul]}$$

$$V_{crit} = 24,19 [kg]$$

La fuerza cortante en la dirección y de la sección crítica es:

$$V_{crit} = \left(\frac{(0,13 + 0,12)[kg/cm^2]}{2} \right) * 1,77[pul] * 0,60[m] * \frac{10^4 [cm^2]}{1[m^2]} * \frac{1 [m]}{39,37 [pul]}$$

$$V_{crit} = 33,71 [kg]$$

El esfuerzo cortante en la dirección x de la sección crítica es:

$$\tau_{crit} = \frac{24,19 [kg]}{0,8 * 60[cm] * 20[cm]}$$

$$\tau_{crit} = 0,03 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

El esfuerzo cortante en la dirección y de la sección crítica es:

$$\tau_{crit} = \frac{33,71[kg]}{0,8 * 60[cm] * 20[cm]}$$

$$\tau_{crit} = 0,04 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

El esfuerzo de corte que es capaz de resistir el hormigón es:

$$\tau_{Cort} = 0,5 * \sqrt{F'_c}$$

$$\tau_{Cort} = 0,5 * \sqrt{210}$$

$$\tau_{Cort} = 7,25 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

El esfuerzo de corte solicitante es inferior a la capacidad resistente del hormigón, por lo que el peralte del plinto es aceptable para la sollicitación analizada.

$$\tau_{crit} < \tau_{Cort}$$

DISEÑO PARA PUNZONAMIENTO

Para diseñar la cimentación por punzonamiento se estima la sección crítica como se indica en la figura 4.21.

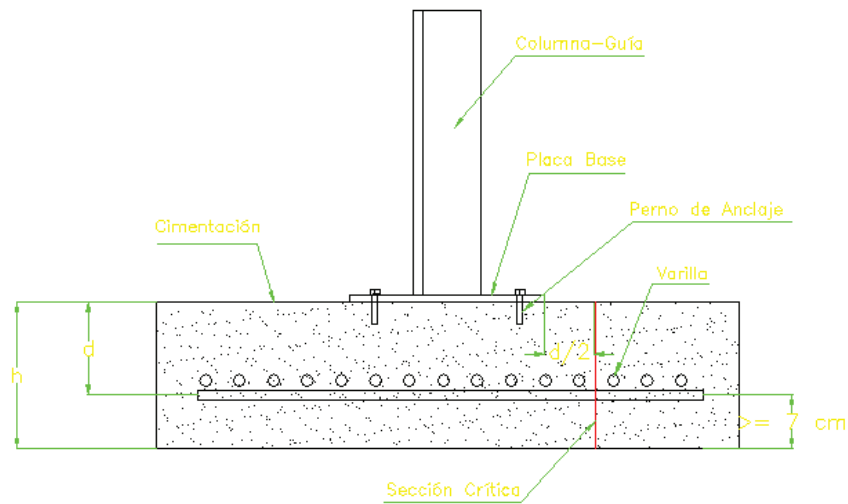


Figura 4. 24 Esquema de cimentación y sección crítica por punzonamiento

Fuente: Propia

Se asume un peralte $h = 30 [cm]$

La carga de punzonamiento es:

$$q_{punz} = \frac{2667 [N]}{3600 [cm^2]} * \frac{1 [kg]}{9,8 [N]}$$

$$q_{punz} = 0,07 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

La fuerza cortante se calcula con la ecuación:

$$V_U = 0,07 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] * (3600 [cm^2] - (15 [cm])^2)$$

$$V_U = 236,25 [kg]$$

El esfuerzo cortante en la dirección x es:

$$\tau_{punz} = \frac{236,25}{0,8 * 60 * 20}$$

$$\tau_{punz} = 0,24 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

El esfuerzo cortante en la dirección y es:

$$\tau_{punz} = \frac{236,25}{0,8 * 60 * 20}$$

$$\tau_{punz} = 0,24 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

El esfuerzo de corte que es capaz de resistir el hormigón es:

$$\tau_{Cortp} = 0,5 * \sqrt{210}$$

$$\tau_{Cortp} = 7,25 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

El esfuerzo de corte solicitante es inferior a la capacidad resistente del hormigón, por lo que el peralte del plinto es aceptable para la sollicitación analizada.

$$\tau_{punz} < \tau_{Cortp}$$

DISEÑO PARA FLEXIÓN

Para el diseño a flexión considerar la figura 4.22.

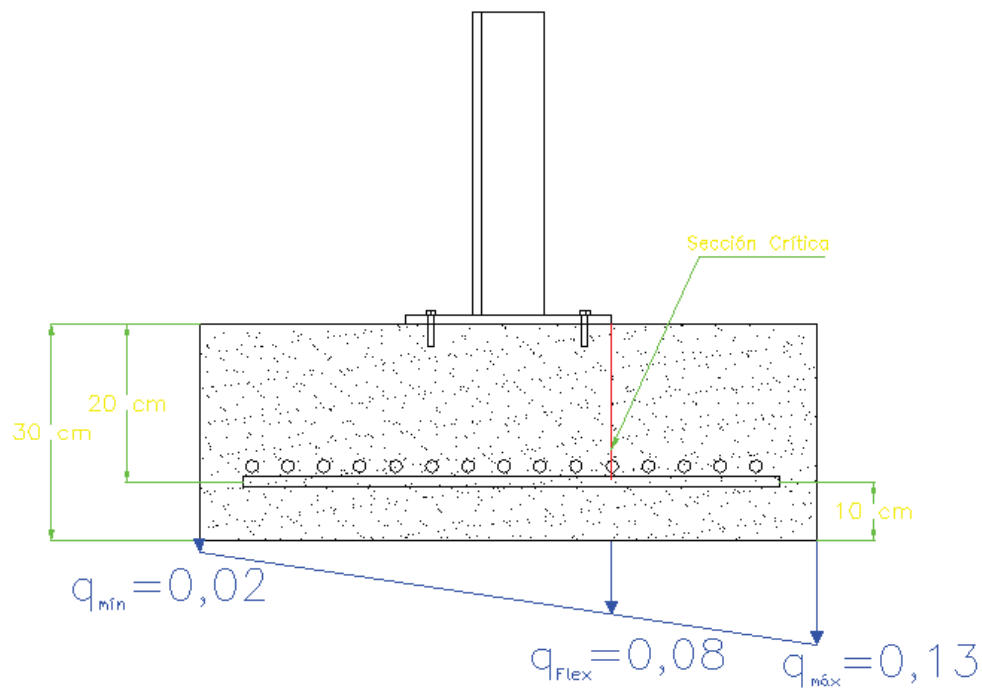


Figura 4. 25 Esquema de distribución de esfuerzos en sección crítica para flexión

Fuente: Propia

Para el cálculo a flexión del plinto es necesario determinar el momento M_U con la ecuación 2.71:

$$M_U = \left(\frac{0,08 * 20^2}{2} + \frac{(0,13 - 0,08) * 20}{2} * \frac{2}{3} * 20 \right) * 100 [cm]$$

$$M_U = 22666,67 [kg * cm]$$

El área requerida de varilla para completar el diseño a flexión esta en la ecuación 2.72:

$$A_S = \frac{0,85 * 210 * 60 * 20}{2530} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 22666,67}{0,85 * 0,9 * 210 * 60 * 20^2}} \right)$$

$$A_S = 83,66 \text{ cm}^2$$

Las varillas a emplear tienen un diámetro nominal de 10 [mm]. (ANEXO D.2)

4.3.1.9 Diseño de juntas soldadas

Junta de la soldadura entre los elementos de la estructura de la cabina

Los elementos de la estructura de la cabina están distribuidos de acuerdo con la figura 4.23.

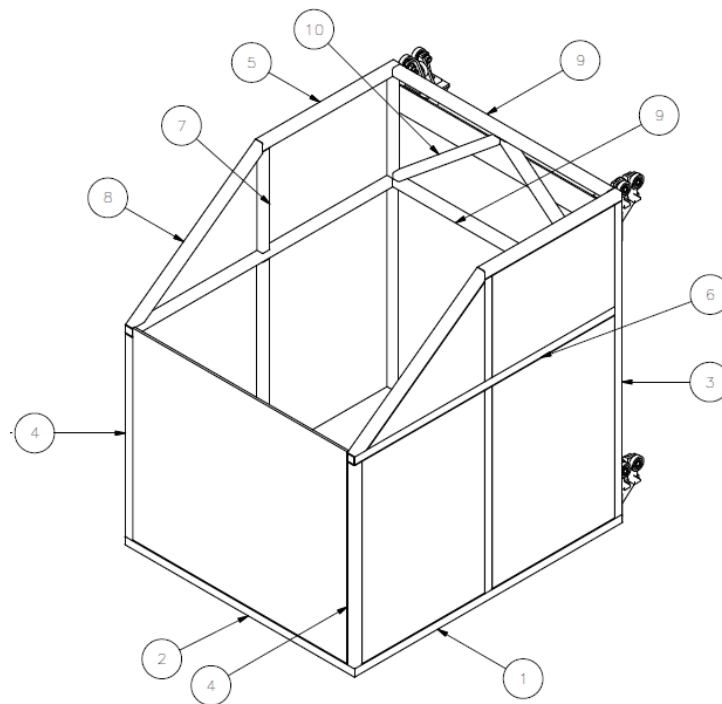


Figura 4. 26 Elementos estructurales de la cabina

Fuente: Propia

Para el análisis de las juntas soldadas se utilizarán los resultados de las reacciones en cada miembro obtenidas con el programa SAP2000.

Se consideró que los miembros inferiores soportan una carga distribuida (q) que se obtuvo:

$$q = \frac{Q_{util} + P_{accesorios}}{(1,2 * 2) + (1,4 * 2)} = 337,12 \left[\frac{N}{m} \right]$$

A partir de los índices de trabajo que se indican en la tabla 4.53, se realizará el diseño de las juntas soldadas para los elementos más críticos.

Tabla 4. 54 índices de trabajo de los elementos estructurales

Elemento	Índice trabajo
1	0.144
2	0.036
3	0.207
4	0.097
5	0.119
6	0.101
7	0.112
8	0.021
9	0.022
10	0.033

Fuente: Propia

Los elementos considerados para el análisis de juntas soldadas son aquellos que tienen mayor índice de trabajo de acuerdo con la tabla 4.53.

En la figura 4.24 se presenta el esquema de la junta de soldadura que tienen los miembros estructurales.

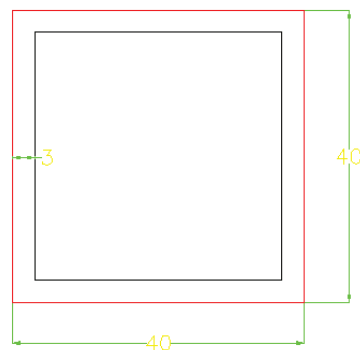


Figura 4. 27 Junta de soldadura de filete de la viga AB

Fuente: Propia

Del ANEXO A.5 se obtiene los siguientes datos:

Para un electrodo E60XX

$$h = \frac{1}{8} [pul]$$

$$F_{Permisible} = 1,59 [kip/pul] * Longitud\ del\ soldadura[pul]$$

La longitud total del cordón se soldadura en la figura 4.24 es equivalente al perímetro del perfil.

$$F_{Permisible} = 1,59 [kip/pulg] * (4 * 40) [mm] * \frac{1 [pulg]}{25,4 [mm]}$$

$$F_{Permisible} = 10 [kip]$$

Diseño de junta soldada de la viga 1

La junta está sometida a flexión y se calcula los esfuerzos τ' y σ a partir de los diagramas de cortante y momento flector en el ANEXO I.1.

$$F = 471,18 [N] = 0,11 [kip]$$

Se puede comprobar que la resistencia del material de aporte es satisfactoria ya que cumple:

$$F_{Permisible} > F$$

El esfuerzo primario es:

$$\tau' = \frac{471,18 [N]}{1,414 * \frac{1}{8} [pulg] * (40 + 40) [mm] * \frac{1 [m]}{1000 [mm]} * \frac{1 [m]}{39,37 [pulg]}}$$

El área de la garganta (A_g) se obtiene del ANEXO A.4

$$\tau' = 1,31 [MPa]$$

El esfuerzo cortante máximo es:

$$\tau_{m\acute{a}x} = \tau' = 1,31 [MPa]$$

El esfuerzo de flexión máximo se obtiene con la ecuación 2.3 y es:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{138,45 [Nm] * 0,04 [m]}{10,20 [cm^4] * \frac{1 [m^4]}{10^8 [cm^4]}}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 54,29 [MPa]$$

Se aplican las ecuaciones 2.101 y 2.101' para calcular el factor de seguridad:

$$\sigma' = \sqrt{54,29^2 + 3 * 1,31^2}$$

$$\sigma' = 54,34 [MPa]$$

Del ANEXO A.5. se determina que el esfuerzo permisible para un electrodo E 60XX es 18 [ksi].

$$\eta = \frac{124,28 [MPa]}{54,34 [MPa]}$$

$$\eta = 2,29$$

La junta de soldadura cumple satisfactoriamente en todas las uniones estructurales.

Diseño de junta soldada de la viga 3

La junta está sometida a flexión y se calcula los esfuerzos τ' y σ a partir de los diagramas de cortante y momento flector en el ANEXO I.2.

$$F = 284,56 [N] = 0,06 [kip]$$

Se puede comprobar que la resistencia del material de aporte es satisfactoria ya que cumple:

$$F_{Permisible} > F$$

El esfuerzo primario es:

$$\tau' = \frac{284,56 [N]}{1,414 * \frac{1}{8} [pulg] * (40 + 40)[mm] * \frac{1[m]}{1000[mm]} * \frac{1 [m]}{39,37 [pulg]}}$$

El área de la garganta (A_g) se obtiene del ANEXO A.4

$$\tau' = 0,8 [MPa]$$

El esfuerzo cortante máximo es:

$$\tau_{máx} = \tau' = 0,8 [MPa]$$

El esfuerzo de flexión máximo se obtiene con la ecuación 2.3 y es:

$$\sigma_{máx} = \frac{159,12 [Nm] * 0,04[m]}{10,20 [cm^4] * \frac{1 [m^4]}{10^8 [cm^4]}}$$

$$\sigma_{máx} = 62,4 [MPa]$$

Se aplican las ecuaciones 2.101 y 2.101' para calcular el factor de seguridad:

$$\sigma' = \sqrt{62,4^2 + 3 * 0,8^2}$$

$$\sigma' = 62,42 \text{ [MPa]}$$

Del ANEXO A.5, se determina que el esfuerzo permisible para un electrodo E 60XX es 18 [ksi].

$$\eta = \frac{124,28 \text{ [MPa]}}{62,42 \text{ [MPa]}}$$

$$\eta = 1,99$$

La junta de soldadura cumple satisfactoriamente en todas las uniones estructurales.

Junta de la soldadura en la placa base y la guía-columna

El diseño de la soldadura entre la guía y la placa base se observa en la figura 4.21.

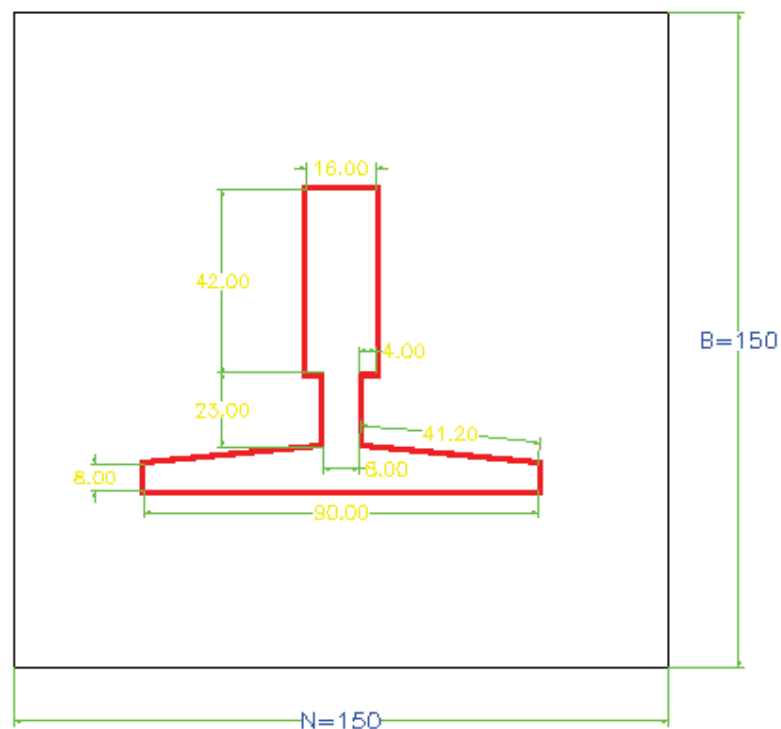


Figura 4. 28 Junta de soldadura entre guía y placa base

Fuente: Propia

Del ANEXO A.5 se obtiene los siguientes datos:

Para un electrodo E60XX

$$h = \frac{1}{4} [pul] = 6,4 [mm] = 0,0064[m]$$

$$F_{Permisible} = 3,18 [kip/pul] * Longitud\ del\ soldadura[pul]$$

La longitud total del cordón se soldadura en la figura 4.19 es equivalente al perímetro del perfil.

$$F_{Permisible} = 3,18 [kip/pul] * (342,4) [mm] * \frac{1[pul]}{25,4 [mm]}$$

$$F_{Permisible} = 42,87 [kip]$$

La fuerza que actúa en la guía es la resultante del caso de funcionamiento bajo un equipo o componente de seguridad.

La fuerza resultante es:

$$F = \sqrt{1114,55^2 + 147,15^2}$$

$$F = 1124,22 [N] * \frac{2,2 [lb]}{9,8 [N]} * \frac{1 [kip]}{1000 [lb]}$$

$$F = 0,25[kip]$$

Se puede comprobar que la resistencia del material de aporte es satisfactoria ya que cumple:

$$F_{Permisible} > F$$

Para determinar el factor de seguridad se calcula el área del filete de soldadura con la ecuación 2.27':

$$A_g = g * \bar{b} * n$$

$$g = 0,707 * h$$

$$g = 0,707 * 0,25[pul]$$

$$g = 0,17 [pul] = 4,3 [mm]$$

$$\bar{b} = t - 10[mm]$$

$$\bar{b} = 18 - 10[mm]$$

$$\bar{b} = 8 [mm]$$

$$n = 1$$

Reemplazando:

$$A_g = 4,3 * 8 * 1$$

$$A_g = 34,4 [mm^2]$$

El esfuerzo cortante en el cordón de soldadura es:

$$\tau = \frac{250[lb]}{34,4 [mm^2]} * \frac{24,5^2 [mm^2]}{1 [pul^2]}$$

$$\tau = 4362,28 \frac{[lb]}{[pul^2]}$$

Del ANEXO A.5, se determina que el esfuerzo permisible para un electrodo E 60XX es 18 [ksi].

El factor de seguridad es:

$$F_s = \frac{18000[lb/pul^2]}{4362,28[lb/pul^2]}$$

$$F_s = 4,12$$

La junta de soldadura cumple satisfactoriamente en todas las uniones estructurales.

4.3.2 DISEÑO MECÁNICO

4.3.2.1 Cálculo de la potencia del motor

Para determinar la potencia del motor se utilizará la ecuación 2.73

$$P = \frac{Q_{\text{útil}} \cdot v}{75 \cdot \eta}$$

Carga útil $Q_{\text{útil}}$

Para el cálculo de la carga útil se emplea la ecuación 2.74.

$$Q_{\text{útil}} = 100 [kg]$$

$$Q_{\text{útil}} = 100 [kg] * \frac{9,8 [N]}{1 [kg]}$$

$$Q_{\acute{u}til} = 980 [N]$$

Velocidad del ascensor $V_{ascensor}$

La velocidad del ascensor recomendada para discapacitados no debe exceder 0,2 [m/s]. Por lo tanto se elige una velocidad de 0,15 [m/s] y con la ecuación 2.75 se obtiene el tiempo que demora en subir el ascensor.

$$0,15 = \frac{3}{t} \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$t = 20 [s]$$

Se elige un valor de la eficiencia $\eta = 0,5$.

La potencia del motor (**Pot**) es:

$$Pot = \frac{100[kg] * 0.15 \left[\frac{m}{s} \right]}{75 * 0.50}$$

$$Pot = 0.4[CV] = 0,4 [hp]$$

4.3.2.2 Diseño del tambor de arrollamiento

Para empezar se asume un diámetro de tambor igual a 10 [cm].

El espesor del tambor se determinará de la ecuación 2.76 y el radio es:

$$r = 50 [mm]$$

Reemplazando se tiene:

$$S = 0.03 * 50 + 10 [mm]$$

$$S = 11.5 [mm]$$

El número de vueltas del cable alrededor del tambor se obtiene con la ecuación 2.77:

$$n = \frac{5}{0.1 * \pi}$$

$$n = 15.92 \approx 16 \text{ [vueltas]}$$

El número total de vueltas se deduce de la ecuación 2.78:

$$n_T = 16 + 3 \text{ [vueltas]}$$

$$n_T = 19 \text{ [vueltas]}$$

Para calcular la longitud del tambor se emplea la ecuación 2.79:

$$L = 19 * 11.5 \text{ [mm]}$$

$$L = 218.5 \text{ [mm]} \approx 220 \text{ [mm]} = 22 \text{ [cm]}$$

La masa lineal del tambor es 9,63 [kg/m]. (Ver ANEXO F)

El peso del tambor es:

$$P_{Tambor} = 9,63 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right] * 0,22 \text{ [m]} * 9,81 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

$$P_{Tambor} = 20,17 \text{ [N]}$$

4.3.2.2.1 *Diseño estático del tambor*

Del ANEXO F, se tiene los siguientes datos del tubo estructural:

Diámetro externo: 101,6 [mm]

Espesor: 4 [mm]

S_y : 33 [ksi]= 227,5 [MPa]

S_{ut} : 60 [ksi]= 414 [MPa]

En la figura 4.26, se representa el diagrama de cuerpo libre del tambor.

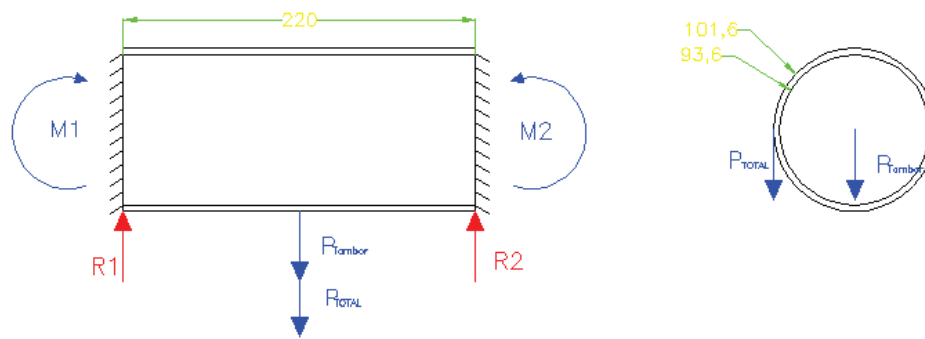


Figura 4. 29 Diagrama de cuerpo libre del tambor

Fuente: Propia

Las reacciones son:

$$R1 + R2 = 2679,25 [N] + 20,17[N]$$

$$R1 + R2 = 2699,42[N]$$

$\sum M_1 = 0$; Sentido horario es positivo, se tiene:

$$M1 - M2 - 0,22 * R2 + 0,11 * 2699,42 = 0$$

$$R2 = 1349,7[N]$$

$$R1 = 1349,7[N]$$

Los momentos flectores (M1, M2) se calculan con las formulas del ANEXO A.6.

$$M1 = M2 = \frac{P * L}{8}$$

$$M1 = M2 = \frac{2699,42 * 0,22}{8}$$

$$M1 = M2 = 74,2 [Nm]$$

Los diagramas de cortante y momento flector se indican en la figura 4.27.

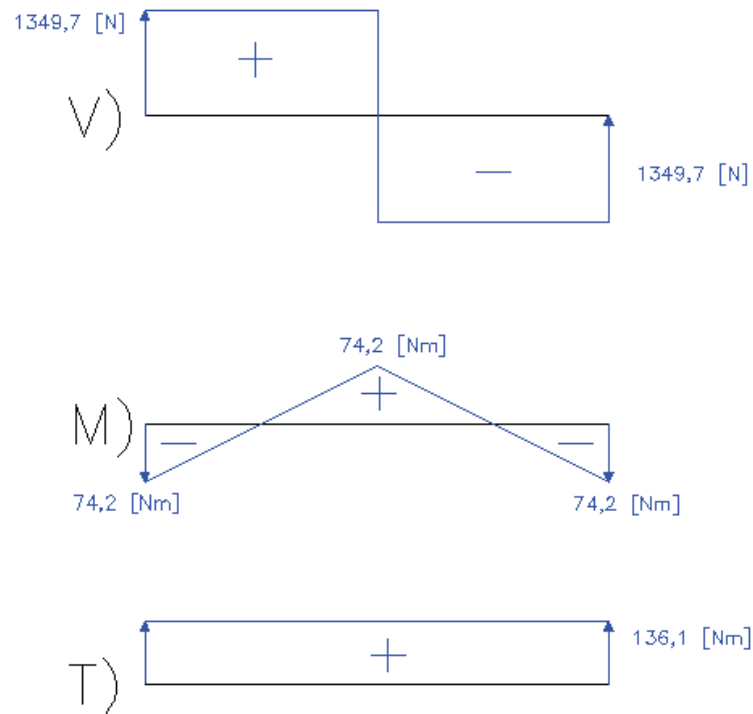


Figura 4. 30 Diagramas de cortante, momento flector y momento torsor del tambor

Fuente: Propia

El momento flector máximo $M_{m\acute{a}x} = 74,2 \text{ [Nm]}$,

El esfuerzo flector es:

$$\sigma_x = \frac{74,2 * 0,051}{\frac{\pi}{64} * (0,1016^4 - 0,0936^4)} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\sigma_x = 2,6 \text{ [MPa]}$$

El momento torsor máximo se calcula con la fuerza (P_{TOTAL}) multiplicado por el radio exterior del tambor.

$$T_{m\acute{a}x} = 136,1 \text{ [Nm]}$$

El esfuerzo cortante es:

$$\tau_{xy} = \frac{136,1 * 0,051}{\frac{\pi}{32} * (0,1016^4 - 0,0936^4)} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\tau_{xy} = 2,4 \text{ [MPa]}$$

El esfuerzo de Von Misses es:

$$\sigma' = \sqrt{(2,6)^2 + 3 * (2,4)^2}$$

$$\sigma' = 4,9 [MPa]$$

Aplicando la ecuación 2.82, el factor de seguridad es:

$$Fs = \frac{Sy}{\sigma'}$$

Reemplazando:

$$Fs = \frac{33000 [Psi]}{4,9 [MPa]} * \frac{1 [MPa]}{145 [Psi]}$$

$$Fs = 46,4$$

El tambor cumple satisfactoriamente para las sollicitaciones del diseño estático de este proyecto.

4.3.2.2.2 *Diseño a fatiga del tambor*

El esfuerzo permisible S'_e se obtiene de la ecuación 2.85:

$$S'_e = 0.5 * S_{ut}$$

$$S'_e = 0.5 * 414 [MPa]$$

$$S'_e = 207 [MPa]$$

De la tabla 2.2 para un material laminado en caliente se obtiene:

$$k_a = 57,7 * 414^{-0.718}$$

$$k_a = 0.76$$

El factor de tamaño emplea la ecuación 2.87.

$$k_b = 1,51 * 101,6^{-0.157} ; 51 [mm] < 16 \leq 254 [mm]$$

$$k_b = 0,73$$

Para una confiabilidad del 95% el factor de confiabilidad será:

$$k_c = 0.868$$

El factor de concentración de esfuerzos (k_e) se considera igual a 1 ya que el diámetro es uniforme.

Los factores restantes se consideran igual a 1.

El valor de la resistencia a la fatiga (S_e) es:

$$S_e = 207 * 0,76 * 0,73 * 0,868 * 1 * 1 * 1$$

$$S_e = 99,68 \text{ [MPa]}$$

Para hallar el factor de seguridad a fatiga se tiene:

$$\sigma_m = \sqrt{3 * (\tau_{xy})^2} = \sqrt{3 * (2,4)^2} = 4,15 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_a = \sigma_x = 2,6 \text{ [MPa]}$$

Aplicando el criterio de Soderberg, el factor de seguridad es:

$$F_s = \frac{1}{\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_y}} = \frac{1}{\frac{2,6}{99,68} + \frac{4,15}{227,5}}$$

$$F_s = 22,6$$

4.3.2.3 Diseño del eje motriz

El diagrama de cuerpo libre del eje se observa en la figura 4.28.

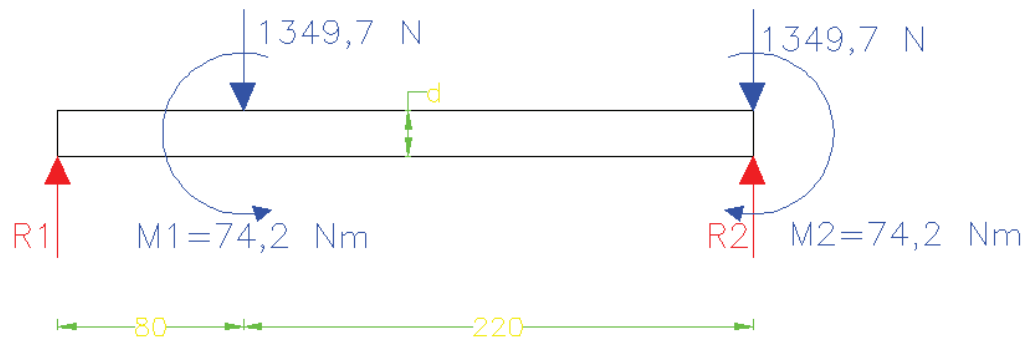


Figura 4. 31 Diagrama de cuerpo libre del eje

Fuente: Propia

Las reacciones en el eje son:

$$R_1 + R_2 = 1349,7 [N] + 1349,7[N]$$

$$R_1 + R_2 = 2699,4[N]$$

$\sum M_1 = 0$; Sentido horario es positivo, se tiene:

$$M_1 - M_2 - 0,30 * R_2 + 0,08 * 1349,7 + 0,30 * 1349,7 = 0$$

$$R_2 = 1709,62 [N]$$

$$R_1 = 989,78[N]$$

El momento torsor es el que entrega el motor al eje y es igual \$3,25 [Nm]\$.

Los diagramas de cortante, momentos flector y torsor se indican en la figura 4.29.

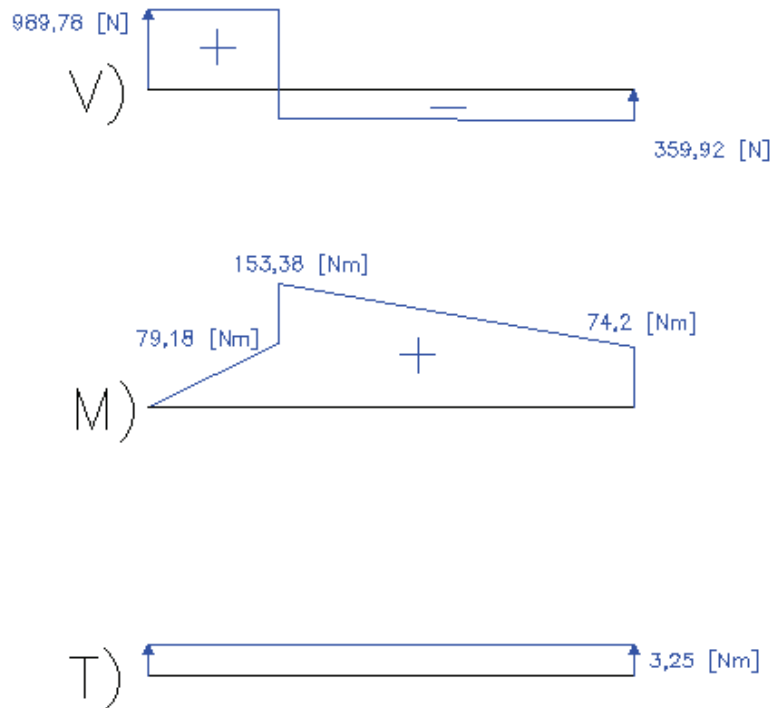


Figura 4. 32 Diagramas de cortante, momento flector y momento torsor del eje

Fuente: Propia

4.3.2.3.1 Diseño estático del eje

El momento flector máximo $M_{m\acute{a}x} = 153,38 \text{ [Nm]}$,

El esfuerzo flector es:

$$\sigma_x = \frac{32 * 153,38}{\pi * d^3} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\sigma_x = \frac{1562,32 \text{ [Nm]}}{d^3}$$

El momento torsor máximo $T_{m\acute{a}x} = 3,25 \text{ [Nm]}$

El esfuerzo cortante es:

$$\tau_{xy} = \frac{16 * 3,25}{\pi * d^3} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\tau_{xy} = \frac{16,55 \text{ [Nm]}}{d^3}$$

Aplicando el esfuerzo de Von Misses se tiene:

$$\sigma' = \sqrt{(\sigma_x)^2 + 3 * (\tau_{xy})^2} \geq \frac{S_y}{F_s}$$

Para un factor de seguridad $F_s=2$, se obtiene:

$$\sqrt{\left(\frac{1562,32}{d^3}\right)^2 + 3 * \left(\frac{16,55}{d^3}\right)^2} \geq \frac{S_y}{F_s}$$

$$\frac{1562,58}{d^3} \geq \frac{S_y}{F_s}$$

Considerando que el eje se fabricará con acero AISI SAE 1018, se tiene los siguientes datos:

$$S_y = 370 [MPa] = 3783 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$S_{ut} = 440 [MPa]$$

El diámetro es:

$$\frac{1562,58 [Nm]}{3783 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]} * 2 * \frac{1 [kg]}{9,8 [N]} * \frac{100 [cm]}{1 [m]} = d^3$$

Y despejando

$$d = 2,04 [cm] \cong 20 [mm]$$

4.3.2.3.2 Diseño dinámico del eje

Para el diseño dinámico del eje se emplea la ecuación 2.84.

$$S_e = S'_e \cdot k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot k_f$$

Donde el esfuerzo permisible S'_e se obtiene de la ecuación 2.85:

$$S'_e = 0.5 * S_{ut}$$

$$S'_e = 0.5 * 440 [MPa]$$

$$S'_e = 220 [MPa]$$

De la tabla 2.2 se obtiene para un material maquinado y laminado en frío lo siguiente:

$$k_a = 4.51 * 410^{-0.265}$$

$$k_a = 0.92$$

El factor de tamaño emplea la ecuación 2.87.

$$k_b = 1,24 * 16^{-0,107} ; 2,79 [mm] < 16 < 51 [mm]$$

Se considera el diámetro obtenido en el análisis estático del eje, resultando:

$$k_b = 0,92$$

Para una confiabilidad del 95% el factor de confiabilidad será:

$$k_c = 0.868$$

El factor de concentración de esfuerzos (k_e) se considera iguala a 1 ya que el diámetro es uniforme.

Los factores restantes se consideran igual a 1.

El valor de la resistencia a la fatiga (Se) es:

$$Se = 220 * 0.92 * 0.92 * 0.868 * 1 * 1 * 1$$

$$Se = 161,63 [MPa]$$

Los esfuerzos medio y amplitud son respectivamente:

$$\sigma_m = \sqrt{3 * (\tau_{xy})^2} = \sqrt{3 * \left(\frac{16,55}{d^3}\right)^2} = \frac{28,67}{d^3} [Nm]$$

$$\sigma_a = \sigma_x = \frac{1562,32}{d^3} [Nm]$$

Para obtener el diámetro del eje se aplicará el criterio de Soderberg y un factor de seguridad de 1,5.

$$\frac{1562,32[Nm]}{d^3} + \frac{28,67[Nm]}{d^3} = \frac{1}{1,5} \cdot \frac{161,63[MPa]}{370[MPa]}$$

Resolviendo:

$$d = 24,4 [mm]$$

Se selecciona un eje de diámetro de 1" ya que este diámetro cumple satisfactoriamente con el análisis estático y a fatiga.

4.3.2.4 Selección de chumaceras

De acuerdo al diámetro del eje, se selecciona un soporte de pie (Marca SKF) de diámetro de 25mm, el cual está diseñado para cargas que actúan verticalmente hacia la superficie de apoyo (ver ANEXO G)

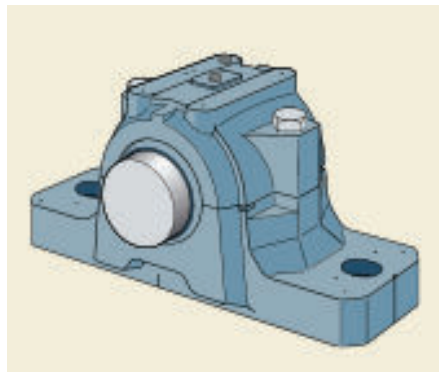


Figura 4. 33 Chumacera

Fuente: SKF; (Febrero, 2014); Catálogo de chumaceras; Obtenido de <http://www.cuvidasa.es/images/catalogos/CATSKFSPR.pdf>

4.3.2.5 Selección del motor

De acuerdo a la potencia necesaria, tambor y eje calculado se selecciona un polipasto eléctrico que cumple con las características del diseño.



Figura 4. 34 Polipasto eléctrico de cable

Fuente: ALIBABA; (Junio 2014) Obtenido de <http://spanish.alibaba.com/p-detail/La-serie-pa-mini-polipasto-el%C3%A9ctrico-mini-polipasto-de-cable-el%C3%A9ctrico-300004136461.html>

Polipasto eléctrico de marca CENTURY PA500 (Ver ANEXO H.1)

Capacidad: 500 kg

Potencia: 1020 w = 1.37 Hp

Altura de elevación: 6/12m

Interruptor de límite de velocidad

Voltaje: 220/230v

Fases: de un solo

Frecuencia: 50hz

Gancho: anzuelo simple y doble gancho

Velocidad de elevación: 10m/min

Diámetro de cable: 6-8 mm

4.3.2.6 Diseño del cable de tracción

Para el diseño del cable se considera que está sometido a tensión y soporta el peso de la estructura de la cabina del ascensor, carga útil y el peso del propio cable.

De acuerdo al libro “Elevadores, Principios e innovaciones” página 189, el cable más empleado en la industria del ascensor es el cable SEEALE, número 8 y alma textil, cuyas características se describen en la tabla 4.53

Tabla 4. 55 Clases de cargas

TIPO	Diámetro (mm)	Peso (kg/100m)	Sut @1600MPa (KN)	Sut @1800MPa (KN)	Sut @2000MPa (KN)
Seale 6x19(9+9+1)+1textil	6	14	22	24	26
	7	17	26	29	32
	8	24	36	41	44
	9.5	32	48	55	59
	10.5	41	62	70	76
	11	46	70	79	85
	12.5	57	86	97	105
Seale 8x19(9+9+1)+1textil	8	25	34	38	41
	9.5	34	47	53	58
	10.5	40	55	62	67
	12	52	72	81	88
	13.5	66	91	103	111
	15	82	113	127	137
	16.5	100	137	154	166

Fuente: Propia

De la tabla se escoge un diámetro de 8 [mm] y a continuación se verificará si cumple con los requisitos de diseño del ascensor que se propone.

El área media del cable (A_{med}) se obtiene con la ecuación 2.93.

$$A_{med} = 0,4 * 0,008 [m^2]$$

$$A_{med} = 0,0032[m^2]$$

Para obtener el peso del cable se asume una longitud de 5 metros de cable, el peso es:

$$P_{Cable} = 5[m] * 25 \left[\frac{kg}{100 m} \right] * 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

$$P_{Cable} = 12,25 [N]$$

El esfuerzo estático (σ_{est}) del cable se calcula con la ecuación 2.94.

$$\sigma_{est} = \frac{2667 [N] + 12,25[N]}{0,0032 [m^2]}$$

$$\sigma_{est} = 837,27 [kPa]$$

El esfuerzo dinámico (σ_{din}) del cable se calcula con la ecuación 2.95.

$$\sigma_{din} = \frac{837,27 * 0,5}{9,8}$$

$$\sigma_{din} = 42,72 [kPa]$$

El esfuerzo total (σ_{TOTAL}) es:

$$\sigma_{TOTAL} = \sigma_{est} + \sigma_{din}$$

$$\sigma_{TOTAL} = 879,99 [kPa]$$

Para determinar la fuerza resultante en el área media se emplea la ecuación 2.97.

$$\sigma_{TOTAL} = \frac{Q_{rotura}}{A_{med}}$$

Despejando queda:

$$Q_{rotura} = \sigma_{TOTAL} * A_{med}$$

$$Q_{rotura} = 879,99 \frac{kN}{m^2} * 0,0032 m^2$$

$$Q_{rotura} = 2,82 [kN]$$

Entonces se determina:

$$2,13[kN] < 34[kN]$$

El cable cumple satisfactoriamente con los requisitos de diseño para este proyecto.

4.3.2.7 Selección del gancho

Para seleccionar el gancho es necesario considerar algunos aspectos muy importantes relacionados con la seguridad y funcionalidad de dicho elemento, que se describen a continuación:

- Carga máxima de elevación: 2667 [N]
- No realice movimientos giratorios al subir o bajar
- Tenga lengüeta de seguridad

- Fácil remoción en caso de sustituir dicho elemento

Por tal motivo se elige el gancho tipo de ojo de las siguientes características:

Carga máxima: 0,8 [Ton] (ver ANEXO J)

Comparando la carga máxima de elevación que soporta el cable con la carga máxima de trabajo del gancho se tiene:

$$2667 [N] * \frac{1[kg]}{9,8 [N]} * \frac{1 [ton]}{1000 [kg]} = 0,27 [ton] < 0,8 [ton]$$

El gancho cumple satisfactoriamente con los requerimientos de diseño de este proyecto.

4.3.2.8 Selección de sujeta cables

La cantidad de sujeta cables que se instalarán esta normalizado en la DIN 4130 y establece que: los sujeta cables o abrazaderas se elegirán en función del diámetro del cable.

Los sujeta cables elegidos se muestran en el ANEXO K.1.

El diámetro del cable es 8 [mm] que se aproxima a los valores de diámetros de 5/16" y 3/8" de acuerdo al ANEXO K.1, se elige la abrazadera de 3/8" de diámetro y la cantidad que se elige es 2, según el ANEXO K.2.

Entonces los dos sujeta cables resisten fácilmente con la carga.

De la figura 2.17 se establece que la separación mínima entre abrazaderas es de 6 a 8 veces el diámetro del cable.

La separación entre abrazaderas para este proyecto está entre: [48mm-64mm].

4.3.2.9 Diseño del mecanismo de puertas

Datos:

Masa de cada puerta (M): 5,1 [kg]

Desplazamiento angular (θ): $\frac{\pi}{2}$ [rad]

Velocidad angular inicial (w_o): 0 [rad/s]

Tiempo en abrir y cerrar la puerta (t): 5 [s]

La aceleración angular final es:

$$\alpha = \frac{\pi}{5^2} = 0,13 \text{ [rad/s}^2\text{]}$$

La velocidad angular es:

$$\omega = 0,13 * 5 = 0,65 \text{ [rad/s]}$$

La inercia de la puerta es:

$$I = \frac{1}{3} * 5,1 * 0,6 = 1,02 \text{ [kg.m}^2\text{]}$$

El torque necesario para mover la puerta es:

$$T = 1,02 * 0,13 = 0,133 \text{ [Nm]}$$

La potencia que requiere el motor es:

$$P = 0,133 * 0,65 = 0,09 \text{ [Watts]}$$

Se selecciona un motor de corriente alterna como se ilustra en la figura 4.35 y cuyas características están en el ANEXO H.2.

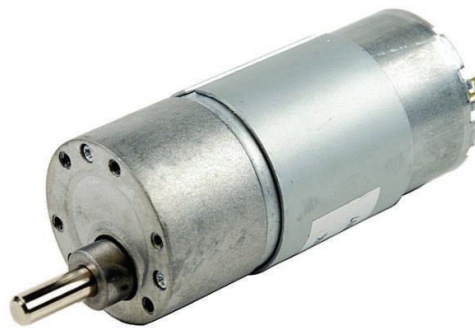


Figura 4. 35 Motor de corriente alterna de 0,4 Watts

Fuente: ALIBABA; (Junio 2014); Catálogos de motores de baja potencia; Obtenido de: <http://www.superrobotica.com/S330024.htm>

4.3.2.10 Diseño del amortiguador tipo resorte

Se asumen los siguientes datos:

$$C = 6$$

$$d = 0,008 \text{ [m]}$$

$$N = 11 \text{ espiras}$$

De la ecuación 100 se despeja el diámetro del resorte.

$$D = 0,048 \text{ [m]}$$

El factor de corrección de Wahl se calcula con la ecuación 2.102.

$$K = \frac{4 * 6 - 1}{4 * 6 - 4} + \frac{0,615}{6} = 1,25$$

El factor de multiplicación del esfuerzo cortante se obtiene de la siguiente ecuación 2.101.

$$K_s = 1 + \frac{0,5}{1,25} = 1,08$$

El factor de curvatura se obtiene con la ecuación 2.103.

$$k_c = \frac{1,15}{1,08} = 1,16$$

La deformación que sufren los dos resortes se obtiene con la ecuación 2.104.

$$y = \frac{8 * \frac{2679,25}{2} \text{ [N]} * 0,048^3 \text{ [m}^3\text{]} * 11}{0,008^4 \text{ [m}^4\text{]} * 79,3 * 10^3 \text{ [MPa]}} = 0,04 \text{ [m]}$$

El número total de espiras del resorte se obtiene con la ecuación 2.105.

$$N_T = 11 + 2 = 13 \text{ espiras}$$

La constante del resorte se calcula con la ecuación 2.106.

$$k = \frac{1339,63 \text{ [N]}}{0,04 \text{ [m]}} = 33375,42 \text{ [N/m]}$$

La resistencia a la tensión se obtiene con la ecuación 2.98 y los datos son:

A= 1783 [MPa], obtenido de la figura 2.6.

m=0,190; obtenido de la figura 2.6.

$$S_{ut} = \frac{1783}{0,008^{0,190}} = 4462,36 \text{ [MPa]}$$

La resistencia a la fluencia del cortante (S_{sy}) se obtiene con la ecuación 2.99.

$$S_{sy} = 0,577 * 0,75 * 4462,36 = 1931,08 \text{ [MPa]}$$

4.3.2.10.1 Diseño estático del resorte

Para el diseño estático del resorte se emplea la ecuación 2.107.

$$\tau = 1,08 * \frac{8 * 1339,63 * 0,048}{\pi * 0,008^3} = 346,46 \text{ [MPa]}$$

El factor de seguridad se obtiene con la ecuación 2.108:

$$Fs = \frac{1931,08}{346,46} = 5,57$$

4.3.2.10.2 Diseño a fatiga del resorte

Los esfuerzos cortantes medio (τ_m) y amplitud (τ_a) son:

$$\tau_m = 281,16 \text{ [MPa]}$$

$$\tau_a = 65,30 \text{ [MPa]}$$

El límite de resistencia a la fatiga al cortante (S'_{se}) se obtiene para un resorte graneado.

La resistencia a la fatiga de cortante (S_{se}) se obtiene con la ecuación 2.109 para una confiabilidad del 95%.

$$S_{se} = 310 * 0,868 * \frac{1}{1,16} = 231,97 \text{ [MPa]}$$

El factor de seguridad es:

$$Fs = \frac{231,97}{65,30} = 3,55$$

4.3.2.11 Diseño del sistema de trinquete

Los datos son:

$$Z=17$$

Para trinquetes de fundición¹⁵ se tiene:

¹⁵ WEITZEL, K.; (1951); La Escuela del Técnico Mecánico, Elementos de Máquinas: Máquinas Elevadoras; Editorial Labor; Págs.: 616, 617.

$$\frac{t}{b} = 1$$

$$K_b \leq 2,5 \text{ [kg/mm}^2\text{]}$$

b= 15 [mm]; Cara del diente

M= 136,1 [Nm]; Momento de torsión que la carga suspendida produce en el eje.

Sy=314 [MPa]; Acero AISI 1045

El paso es:

$$p = \frac{\pi * 0,06 \text{ [m]}}{17} = 0,0111 \text{ [m]} = 11,1 \text{ [mm]}$$

La altura del diente es:

$$h = 0,35 * 11,1 = 4 \text{ [mm]}$$

La fuerza que se ejerce en el diente del piñón del trinquete es:

$$F_n = \frac{136,1 \text{ [Nm]}}{0,03 \text{ [m]}} = 4536,67 \text{ [N]}$$

El esfuerzo de flexión que se ejerce en el diente en contacto con la uñeta es:

$$\sigma = \frac{6 * 4536,67 \text{ [N]} * 0,004 \text{ [m]}}{0,015 \text{ [m]} * 0,0096^2 \text{ [m}^2\text{]}} = 78,76 \text{ [MPa]}$$

El factor de seguridad es:

$$F_s = \frac{314 \text{ [MPa]}}{78,76 \text{ [MPa]}} = 3,98$$

El material del piñón del trinquete cumple satisfactoriamente con las cargas a las que está expuesto este elemento y proporciona seguridad en todo momento del funcionamiento del ascensor.

Para el pasador de la uñeta se tiene los siguientes datos:

Ks= 4,5 [kg/mm²]; Para acero semiduro

El diámetro del pasador de la uñeta considerando cortante es:

$$d = \sqrt[2]{\frac{2 * F_n}{\pi * K_s}} = \sqrt[2]{\frac{2 * 4536,67 [N] * \frac{1kg}{9,8 N} * \frac{1m^2}{10^6 mm^2}}{\pi * 4,5 [kg/mm^2]}} = 8 [mm]$$

Se elige un pasador de 8 mm.

Para el diseño de la uñeta se elige el acero AISI 1045 por su resistencia y por ser un material muy solicitado en la construcción de engranes.

4.3.2.12 Selección del Equipo de Emergencia

Se considera los siguientes datos:

$$P_{cabinas} + Q_{\text{útil}} = 272,14 [kg]$$

$$v = 0,15 [m/s]$$

4.3.2.12.1 Limitador de Velocidad

El limitador de velocidad se elige a partir de la velocidad nominal a la que opera el ascensor, por lo tanto el equipo seleccionado es el limitador de velocidad LF20CA que acciona el bloqueo del ascensor cuando se supera la velocidad establecida.

Para observar más funciones y operación del equipo ver el ANEXO L.1

4.3.2.12.2 Paracaídas

El paracaídas se elige en función del peso de la cabina y carga útil en kilogramos y se ha seleccionado el paracaídas SLC -2500 que cumple satisfactoriamente los requisitos del diseño y seguridad.

Para mayor información del dispositivo ver el ANEXO L.2.

4.3.3 SISTEMA ELÉCTRICO

4.3.3.1 Diagrama de potencia

Como se puede observar en figura, el sistema eléctrico está constituido por un circuito de inversión de giro, el cual permite el adecuado accionamiento del sistema para el funcionamiento del ascensor.

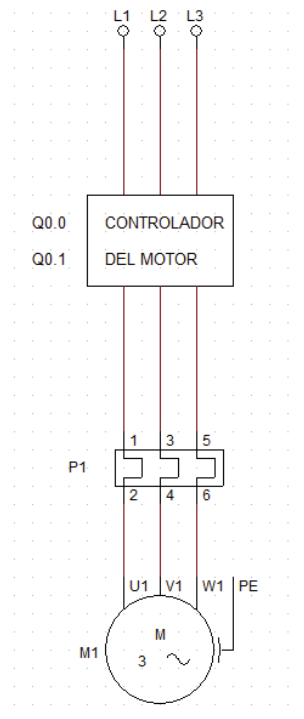


Figura 4. 36 Diagrama de potencia del ascensor

Fuente: Propia

El motor trifásico está conectado a un breaker térmico y éste al variador de frecuencia donde se definirá el sentido de giro del motor.

4.3.4 SISTEMA DE CONTROL DE MANDO

El sistema de control de mando se detalla en el plano 3188-CC, donde se tiene el conexionado de las entradas y salidas en el PLC Siemens S7-200.

Para el control y programación del ascensor, se eligió un PLC siemens ST-7 200. Este equipo permite la automatización de equipos y sistemas desde los más sencillos hasta los muy complejos.

Para la simulación del ascensor se emplea el software STEP 7 Micro Win, que utiliza los componentes y accesorios de los software S7200 y PC SIMU.

Para iniciar el programa, se realiza:

- Abrir el programa STEP 7 Micro Win

- Abrir el programa S7200 e introducir la clave 6596.

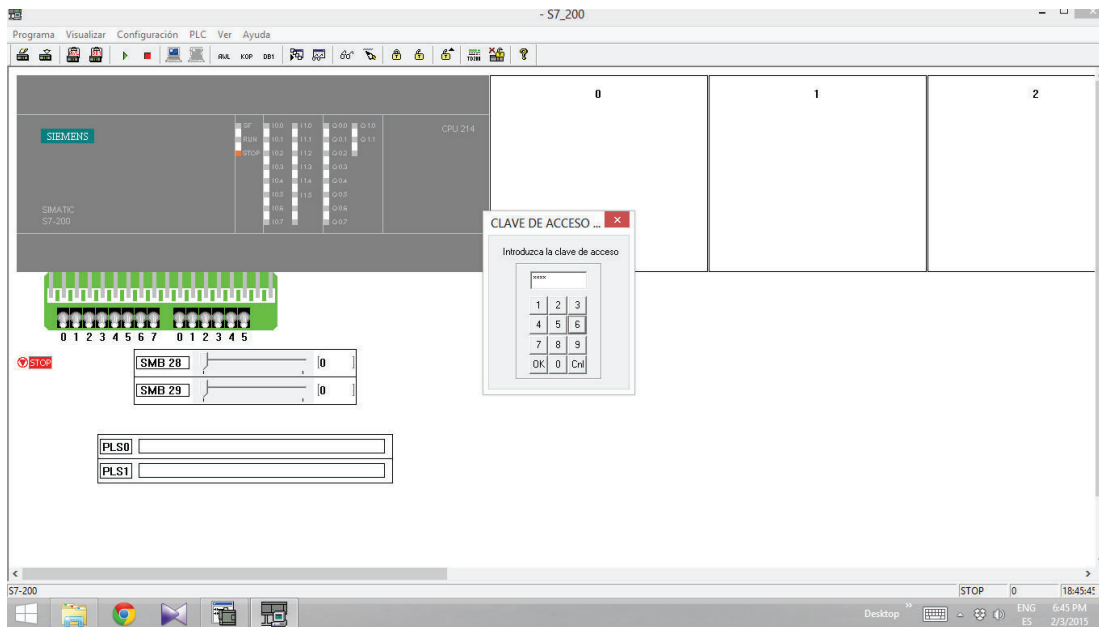


Figura 4.37 Interfaz del software s7 200

Fuente: Propia

- Abrir el programa PC SIMU e introducir la clave 6596.

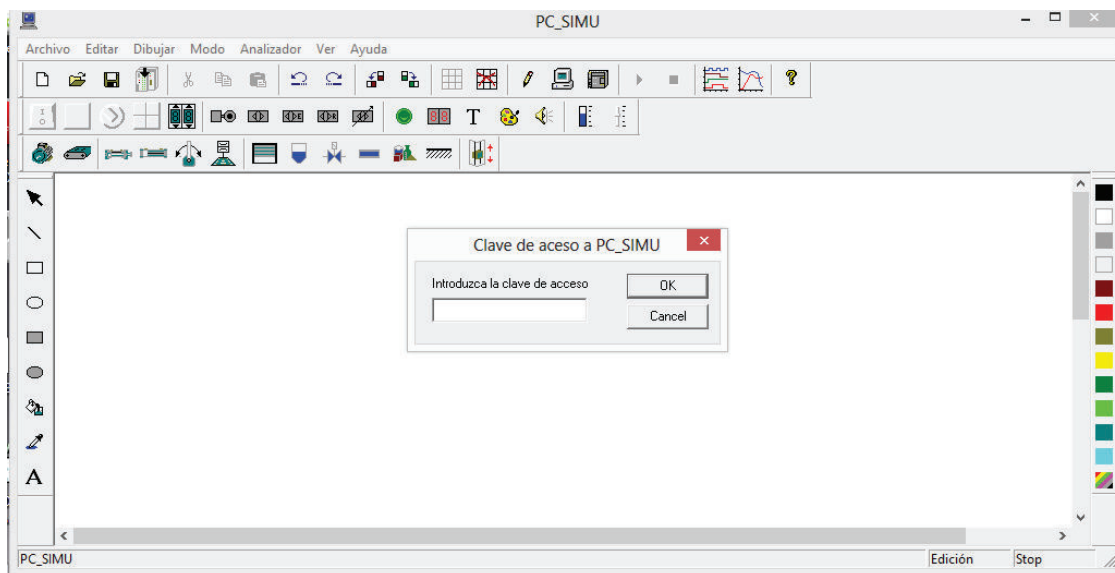


Figura 4.38 Interfaz del software PC SIMU

Fuente: Propia

Antes de iniciar, enlazar el software: STEP 7 Micro Win, S7200 y PC SIMU. Para conseguir esto, dirigirse al menú herramientas (del STEP 7) opción personalizar.

Allí seleccionar la opción herramientas adicionales. Desde la opción comando se puede dirigir hacia el sitio donde están los programas descritos anteriormente. Una vez realizado esto, pulsar agregar y aceptar.

Ya en PC SIMU, elegir el ícono del ascensor y sus componentes.

En la figura 4.35 se observa el ascensor y sus componentes de control, como:

- Botonera de control de energía del sistema e interruptor.
- Botonera de llamada exterior en primer y segundo piso.
- Botonera interna de la cabina.
- Sensor de proximidad para abrir puerta y detener cabina
- Sensor de sobrecarga
- Dispositivo de fin de carrera
- Sistema de actuadores para abrir y cerrar la puerta

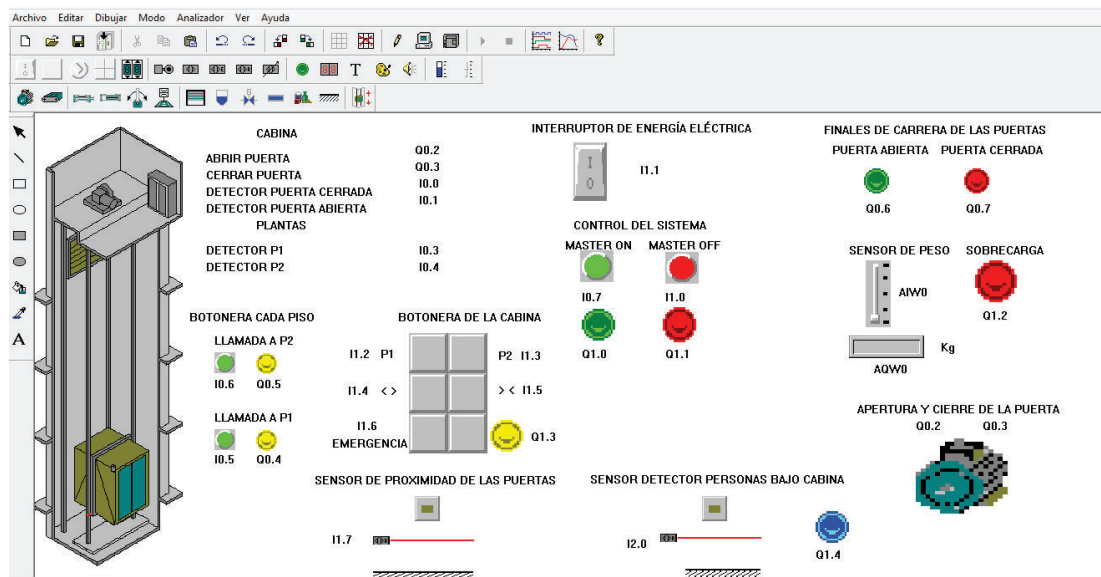


Figura 4. 39 Componentes del ascensor

Fuente: Propia

4.3.4.1 Determinación de entradas y salidas

Para iniciar con la programación del plc es necesario determinar las entradas y salidas del programa que se identifican en las tablas

Tabla 4. 56 Entradas para la programación del ascensor

ENTRADAS	
Final de carrera puerta abierta (FCPA)	I0.0
Final de carrera puerta cerrada (FCPC)	I0.1
Primer piso (P1)	I0.3
Segundo piso (P2)	I0.4
Llamada a P1 (LP1)	I0.5
Llamada a P2 (LP2)	I0.6
Master ON (MON)	I0.7
Master OFF (MOFF)	I1.0
Interruptor de energía eléctrica (IE)	I1.1
Cabina P1 (CP1)	I1.2
Cabina P2 (CP2)	I1.3
Cabina abrir puertas (CAP)	I1.4
Cabina cerrar puertas (CCP)	I1.5
Emergencia (EM)	I1.6
Sensor de proximidad de las puertas (SPP)	I1.7
Sensor de peso (SP)	AIO
Sensor de velocidad	AI1

Fuente: Propia

Tabla 4. 57 Salidas para la programación del ascensor

SALIDAS	
Subir la cabina (SC)	Q0.0
Bajar la cabina (BC)	Q0.1
Abrir la puerta de la cabina (APC)	Q0.2
Cerrar la puerta de la cabina (CPC)	Q0.3
Motor de apertura de la puerta (MAP)	Q0.2
Motor del cierre de la puerta (MCP)	Q0.3
Lámpara llamada a P1 (LLP1)	Q0.4
Lámpara llamada a P2 (LLP2)	Q0.5
Lámpara de final de carrera puerta abierta (LFCPA)	Q0.6
Lámpara de final de carrera puerta cerrada (LFPCPC)	Q0.7
Lámpara de sistema en funcionamiento (LSF)	Q1.0
Lámpara del sistema detenido (LSD)	Q1.1
Lámpara de aviso de sobrecarga (LAS)	Q1.2
Lámpara de aviso de emergencia (LAE)	Q1.3

Fuente: Propia

Total entradas digitales: 16

Total salidas digitales: 12

Total entradas analógicas: 2

Total salidas analógicas: 0

4.3.4.2 Programación

Las líneas de programación en STEP 7 Micro Win se detallan en el ANEXO M.

4.3.4.3 Diagrama de control

El diagrama de control se presenta en el plano

4.3.4.4 Selección de sensores

4.3.4.4.1 Selección del sensor óptico para abrir y cerrar puertas

Para tener un ascensor seguro es necesario un dispositivo que detecte la presencia de personas u objetos que impidan el cierre completo de las puertas de ingreso. Para cumplir con esto, se elige un sensor óptico para puertas, que se instala en el borde de la puerta y envía una señal al control para detener la puerta.



Figura 4. 40 Detector de objetos

Fuente: ATEN INTERNATIONAL Co. Ltd. (2014). Obtenido de <http://es.aten.eu/products/PDU-energ%C3%ADa-inteligente/Accesorios/Sensor-%C3%B3ptico-de-la-puerta-~EA1440.html>

En la figura 4.36 Se observa un sensor óptico para ser instalado en puertas de ascensor.

4.3.4.4.2 Selección del sensor de peso

Para cumplir con el requisito de carga impuesto en el diseño, es necesario instalar un dispositivo capaz de detectar sobrecarga e impedir el desplazamiento de ascensor.

Se puede emplear una celda de carga CB6 que cumple con la capacidad implantada en este proyecto. En la figura 4.37 se observa una celda de carga CB6 de capacidad de 10 hasta 200 kg.

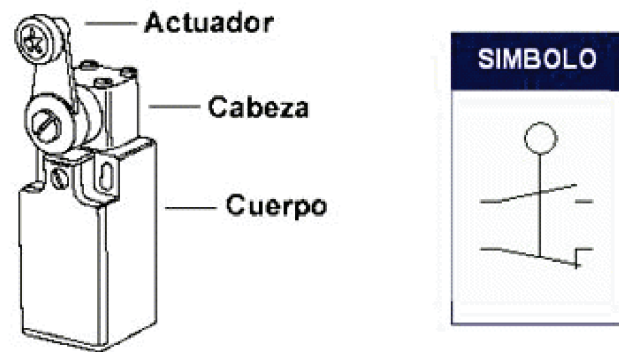


Figura 4. 42 Límite de posicionamiento para ascensor

Fuente: Escorza, M. (Diciembre, 2010). Obtenido de <http://www.mescorza.com/neumatica/sensoresweb/sensores/finalcarrera1.htm>

4.3.4.4 Selección de botoneras

Las botoneras a emplearse son máximo de 6 botones para la parte interna de la cabina y todos los demás botones y pulsadores se pueden conseguir individualmente en tiendas electrónicas, como se puede ver en la figura 4.39.



Figura 4. 43 Botoneras empleadas en ascensores y plataformas

Fuente: SCHMERSAL, Catálogo para interruptores de ascensores y escaleras eléctricas, Pág.: 28

4.4 ANÁLISIS DE COSTOS

Para determinar el costo de fabricación del ascensor es necesario determinar varios rubros: costos directos y costos indirectos

4.4.1 COSTOS DIRECTOS

Involucra la materia prima que se emplea para la construcción de los elementos que constituyen el ascensor.

COSTO DE MATERIALES DIRECTOS

Tabla 4. 58 Costos de materiales directos

ITEM	DESCRIPCION	ESPECIFICACION	DIMENSIONES (mm)	CANTIDAD (U)	PESO (kg)	PRECIO UNIT. (kg/\$)	SUBTOTAL (USD)
1	TUBO CUADRADO 1	TUBO CD 40X40X3 A36	1.400	2	10,90	1,3	14,17
2	TUBO CUADRADO 2	TUBO CD 40X40X3 A36	1.200	2	9,35	1,3	12,15
3	TUBO CUADRADO 3	TUBO CD 40X40X3 A36	1.420	2	11,06	1,3	14,38
4	TUBO CUADRADO 4	TUBO CD 40X40X3 A36	920	4	14,33	1,3	18,63
5	TUBO CUADRADO 5	TUBO CD 40X40X3 A36	720	2	5,61	1,3	7,29
6	TUBO CUADRADO 6	TUBO CD 40X40X3 A36	1.360	2	10,59	1,3	13,77
7	TUBO CUADRADO 7	TUBO CD 40X40X3 A36	460	2	3,58	1,3	4,66
8	TUBO CUADRADO 8	TUBO CD 40X40X3 A36	845	2	6,58	1,3	8,56
9	TUBO CUADRADO 9	TUBO CD 40X40X3 A36	1.120	2	8,72	1,3	11,34
10	TUBO CUADRADO 10	TUBO CD 40X40X3 A36	725	2	5,65	1,3	7,34
11	TUBO CUADRADO 11	TUBO CD 40X40X3 A36	1.730	2	13,47	1,3	17,52
12	PANEL DE MADERA 1	TABLERO 4mm	917x640	4	6,39		9,64

13	PANEL DE MADERA 2	TABLERO 4mm	1120x917	1	2,79		4,22
14	PANEL DE MADERA 3	TABLERO 4mm	917x560	2	2,79		4,22
15	PANEL DE MADERA 4	TABLERO 4mm	1120x460	1	1,40		2,11
16	PANEL DE VIDRIO	VIDRIO 3mm	640x460	3	6,62		6,35
17	PISO ANTIDESLIZANTE	PL ANT. 2mm A786	1400x1200	1	26,38	1,05	27,69
18	PLACA RODILLOS	PLE 6mm A36	1190x125	2	15,41	1,05	16,18
19	PLACA SOPORTE ROD. 1	PLE 10mm A36	130x110	4	4,94	1,05	5,19
20	PLACA SOPORTE ROD. 2	PLE 10mm A36	130x115	4	5,16	1,05	5,42
						TOTAL	210,82

Fuente: Propia

COSTO DE ELEMENTOS NORMALIZADOS

Tabla 4. 59 Costos de elementos normalizados

ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIT. (\$)	SUBTOTAL (USD)
1	POLIPASTO ELECTRICO	Mini Type Electric Hoist PA 500	1	450	450,00
2	MOTORES	AC DE 0.4 WATT	2	17	34,00
3	GUIAS	PERFIL T	2	47,45	94,90
4	GUIAS RODILLOS	DURALON	4	58	232,00
5	CABLE DE ACERO	8 mm	20	0,9	18,00
6	PERNOS GUIAS	M12X35	24	0,25	6,00
7	TUERCAS GUIAS	M12	24	0,078	1,87
8	ARANDELAS GUIAS	M12	24	0,042	1,01

9	PERNOS EXPANSIVOS	5/8 x 5"	8	0,5	4,00
10	BISAGRAS	5/8"	4	0,5	2,00
11	GANCHO	5/8"	1	12	12,00
12	SUJETACABLES	5/8"	4	0,8	3,20
13	TRINQUETE		1	10	10
				TOTAL	868,98

Fuente: Propia

COSTO PARTE ELÉCTRICA

Tabla 4. 60 Costos de componentes eléctricos y electrónicos

ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIT. (\$)	SUBTOTAL (USD)
1	PLC	SIEMENS S7 200	1	515	515,00
2	VARIADOR DE FRECUENCIA	SIEMENS MICROMASTER	1	400	400,00
3	RELE TERMICO	SCHNEIDER	1	82,24	82,24
4	RELE BIPOLAR		1	11,4	11,40
5	RELE UNIPOLAR		2	10,26	20,52
6	FUSIBLES		3	0,6	1,80
7	SENSOR FOTOELÉCTRICO		2	27,92	55,84
8	CABLEADO ELECTRICO		1	100	100,00
9	BOTONERAS DE CABINA		1	60	60,00
10	BOTONERAS DE PISO		2	60	120,00
11	LIMITADOR Y PARACAIDAS		1	400	400,00
				TOTAL	1766,80

Fuente: Propia

COSTO DE MAQUINADO

Tabla 4. 61 Costos de procesos de maquinado

OPERACIÓN	TIEMPO TOTAL (h)	COSTO (\$/h)	SUBTOTAL (\$)
CORTE DE MATERIAL	6	6	36
ESMERILADO	2	6	12
SOLDADO	6	5	30
TALADRADO	2	4	8
TORNEADO	4	7	28
FRESADO	2	7	14
RECTIFICADO	1	6	6
		TOTAL	134,00

Fuente: Propia

COSTO DE MANO DE OBRA

Tabla 4. 62 Costos de mano de obra

OPERADOR	TIEMPO TOTAL (h)	COSTO (\$/h)	SUBTOTAL (\$)
Armador, soldador y pintor	16	3,94	63,04
Tornero, fresador, rectificador	7	2,95	20,65
Operario de máquina de corte y esmerilado	8	2,5	20
Eléctrico	2	2,8	5,6
		TOTAL	109,29

Fuente: Propia

4.4.1.1 Costo total directo

Tabla 4. 63 Costo total directo

DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL (\$)
MATERIALES	210,82
MATERIALES NORMALIZADOS	868,98
MATERIALES ELECTRICOS	1766,80
COSTO DE MAQUINADO	134,00
COSTO DE MANO DE OBRA	109,29
TOTAL	3089,89

Fuente: Propia

4.4.2 COSTOS INDIRECTOS

Son aquellos materiales que contribuyen a la fabricación del ascensor de forma indirecta.

COSTO DE MATERIALES INDIRECTOS

Tabla 4. 64 Costo de materiales indirectos

ITEM	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. (\$)	SUBTOTAL (USD)
1	DISCO DE CORTE	U	3	3	9,00
2	DISCO DE DESBASTE	U	3	3	9,00
3	ELECTRODO E6011	KG	5	3,7	18,50
4	LIJAS	U	10	0,65	6,50
5	BROCAS	U	5	0,95	4,75
6	PINTURA ANTICORROSIVA	GL	1	13	13,00
7	THINNER	GL	1	5	5,00

8	VARIOS			20,00
			TOTAL	85,75

Fuente: Propia

COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA

Tabla 4. 65 Costo de mano de obra indirecta

DESCRIPCIÓN	TIEMPO (h)	PRECIO UNIT. (\$)	SUBTOTAL (USD)
INGENIERIA Y DISEÑO	160	6	960
PLANOS	25	4	100
VARIOS			100
		TOTAL	1160,00

Fuente: Propia

4.4.2.1 Costo total indirecto

Tabla 4. 66 Costo total indirecto

DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL (\$)
MATERIALES	85,75
COSTO DE MANO DE OBRA	1160,00
TOTAL	1.246

Fuente: Propia

4.4.3 COSTO TOTAL

Tabla 4. 67 Costo total

COSTO	SUBTOTAL (\$)
COSTO DIRECTO	3089,89
COSTO INDIRECTO	1246
TOTAL	4335,89

Fuente: Propia

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.5 CONCLUSIONES

- Se diseñó un equipo para movilizar personas de la tercera edad y con discapacidad física que reúne las condiciones de seguridad y movilidad actas para este sector tan vulnerable de la sociedad.
- Los resultados obtenidos en los cálculos de los componentes mecánicos y estructurales son satisfactorios ya que el factor de seguridad obtenido de estos elementos no permite la falla o fractura en el diseño estático y dinámico.
- La simulación de la parte de control entregó resultados satisfactorios en el diseño que aseguran la funcionalidad de todos y cada uno de los elementos que constituyen este ascensor.
- Los dispositivos a emplearse en el desarrollo de este proyecto se pudieron minimizar al igual que los costos de producción, ya que al emplear un dispositivo de polipasto se pudo reemplazar la fabricación de eje, tambor. Estas ventajas tecnológicas permiten el desarrollo de productos más seguros y eficientes que cumplen con los requisitos de seguridad locales e internacionales.

4.6 RECOMENDACIONES

- Es recomendable no sobrepasar el peso al cual se realizó el diseño del ascensor. Esto podría causar problemas al momento del desplazamiento del primer piso hacia el segundo piso y causar un accidente.
- El sistema de control automático es susceptible a mejorar ya que la gama de componentes electrónicos en el mercado es muy variada así también los PLC que existe uno para cada uso y especialización.

BIBLIOGRAFÍA

- Beer, F., & Johnston, R. (2007). *Mecánica de Materiales*. México: MC Graw Hill.
- Gere, J. (2009). *Mecánica de Materiales*. México: Thomson.
- Shigley, J. (2008). *Diseño en Ingeniería Mecánica (Octava ed.)*. México: MC Graw Hill.
- Miravete, A., & Larrodé, E. (2007). *Elevadores: Principios e Innovaciones*. Barcelona: Reverté
- Ogata, K. (1995). *Ingeniería de Control Moderna*. México: Pearson.
- Siemens. (2008). *Manual del Sistema de Automatización S7-200*.
- SAP 2000. (2013). *Manual de usuario*
- González, C. (2000). *Análisis Estructural*. México: Limusa.
- Weitzel, K.; (1951); *La Escuela del Técnico Mecánico, Elementos de Máquinas: Máquinas Elevadoras; Editorial Labor*
- Instituto Ecuatoriano de Estándares y Normalización; (2013); Código de seguridad de ascensores para pasajeros. Requisitos de Seguridad*
- Instituto Ecuatoriano de Estándares y Normalización; (2001); Accesibilidad de personas con discapacidad y movilidad reducida al medio físico. Ascensores*
- AENOR; (1999); Norma UNE EN-81-2: Normas de Seguridad para la Construcción e Instalación de Ascensores.*

PÁGINAS ELECTRÓNICAS

- Fin Art America. (2012). *Fineartamerica.com*. Obtenido de <http://fineartamerica.com/featured/egypt-shadoof-irrigation-granger.html>
- Hobbies Guinea. (Junio, 2012). Obtenido de http://www.hobbiesguinea.com/product_info.php?products_id=18033
- ESWIKIPEDIA.ORG. (Junio, 2013). Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Ascensor>
- Santana, J. (Junio, 2013). Obtenido de <http://www.rescateascensores.es/Contenido.htm>
- Tejasa TC. (Julio, 2013). Obtenido de http://www.tejasa.es/productos/suspensionesm/amor_sis_ret.htm

- Ascensores & Componentes. (Julio, 2012). Obtenido de <http://qldascensores.com.ar/novedades>
- Suárez, L. (Abril, 2011). Obtenido de <http://www.geocities.ws/ocundumi/ArticuloSuarezCundumi.pdf>
- Blazquez, E. (Diciembre, 2013). Obtenido de <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/ascensores.htm>
- Blazquez, E. (Febrero, 2013). Obtenido de <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/ascensor%20electrico.htm>
- Ascensores Eguren Kone. (Julio, 2013). Obtenido de <http://www.ascensoreseguren.com/productos/ascensores-para-personas/ascensores-electricos-maquina-arriba.html>
- GMV Blog. (Febrero, 2011). Obtenido de <http://blog.gmveurolift.es/tipos-de-guias-para-ascensores>
- Boletín Industrial. (Octubre, 2014). *Boletinindustrial.com*. Obtenido de <http://www.boletinindustrial.com/producto.aspx?pid=61789>
- Facultad de Bayamon. (Febrero, 2008). Obtenido de <http://facultad.bayamon.inter.edu/arincon/Introduccion%20al%20Control%20Automatico.pdf>
- Accesos Automáticos S.A.C. (Febrero, 2015). Obtenido de <http://www.accesosautomaticossac.com/manuales.php>
- Inifed Infraestructura Educativa. (Febrero, 2014). Obtenido de http://www.inifed.gob.mx/doc/normateca/tec/V3-HF/Volumen_3_Tomo_II_norma_accesibilidad_revision_diciembre_2012.pdf
- Trujillo. (Junio, 2013). Obtenido de <http://webdelprofesor.ula.ve/nucleotrujillo/americanab/03-estructurasArticuladas/3-18.html>
- Gonzalez, L. (Octubre, 2014). Obtenido de http://gonzalezlucia39.blogspot.com/2012_12_01_archive.html
- New Jersey Institute of Technology. (Enero, 2013). Obtenido de <http://civil.njit.edu/beyondtheclassroom/labs/materials-torsion.php>
- Publiespe. (Julio, 2013). Obtenido de <http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/hormigon08-a.htm>

- Gruas en Latinoamerica. (Febrero, 2015). Obtenido de <http://gruasenlatinoamerica.wordpress.com/2010/05/11/cables-de-acero/>
- Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades. (Diciembre, 2014). Obtenido de <http://www.consejodiscapacidades.gob.ec>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (Diciembre, 2014). Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
- National Instruments. (Febrero, 2015). Obtenido de <http://www.ni.com/white-paper/13654/es/#toc1>
- Maquiclick. (Febrero, 2015). Obtenido de <http://www.fabricantes-maquinaria-industrial.es/blog-industrial/entry/216-ventajas-y-desventajas-de-los-plc-controlador-l%C3%B3gico-programable.html>
- Galia. (Febrero, 2012). Obtenido de http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/microprocesadores/TUTORIALES/LAS_MEMORIAS/CIRCUITOS_INTEGRADOS.HTM
- Jareni, J. (Febrero, 2015). Obtenido de <http://www.slideshare.net/JosefaYareni/diferenciasventajas-y-desventajas-de-un-microprocesador>
- GigaTecno. (2013). Obtenido de <http://gigatecno.blogspot.com/2013/02/ventajas-y-desventajas-de-los.html>
- Caballero, J. (Junio, 2012). Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos82/funcionamiento-corriente-continua-y-alterna/funcionamiento-corriente-continua-y-alterna2.shtml>
- Sumiteccr. (Febrero, 2011). Obtenido de <http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%201018.pdf>
- Cuvidasa SKF. (Febrero, 2014). Obtenido de <http://www.cuvidasa.es/images/catalogos/CATSKFSPR.pdf>
- Alibaba. Obtenido de <http://spanish.alibaba.com/p-detail/La-serie-pa-mini-polipasto-el%C3%A9ctrico-mini-polipasto-de-cable-el%C3%A9ctrico-300004136461.html>
- Van Beest Catálogo. (Octubre, 2013). Obtenido de

http://www.vanbeest.nl/getattachment/6541791f-0f14-453c-9a4d-44971c61405d/Capitulo09_Ganchos.aspx

- ColourManager - Change Colours. (Septiembre, 2011). Obtenido de http://www.cavenguayas.com/CatalogoCrosby/crosby_terminaciones.pdf
- ATEN INTERNATIONAL Co. Ltd. (2014). Obtenido de <http://es.aten.eu/products/PDU-energ%C3%ADa-inteligente/Accesorios/Sensor-%C3%B3ptico-de-la-puerta~EA1440.html>
- Sensores para Arduino y otros microcontroladores en México. (Febrero, 2015). Obtenido de <http://www.electronicaestudio.com/sensores.htm>
- Escorza, M. (Diciembre, 2010). Obtenido de <http://www.mescorza.com/neumatica/sensoresweb/sensores/finalcarrera1.htm>
- Miliarium Aureum. (Octubre, 2014). Obtenido de http://www.miliarium.com/Prontuario/Tablas/NormasMV/Tabla_8-1.asp
- ADELCA. (Febrero, 2013). Obtenido de <http://www.adelca.com/sitio/productosadelca.pdf>
- Ahmsa (Junio, 2013). México. Obtenido de http://www.ahmsa.com/Acero/Complem/Manual_Construccion_2013/Capitulo_1.pdf
- IPAC. (2015). Obtenido de <http://www.ipac-acero.com/producto-detalle.php?id=8>

ANEXOS

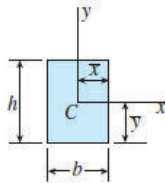
ANEXO A

GRÁFICAS Y TABLAS PARA EL DISEÑO MECÁNICO

A.1. Propiedades de áreas planas

Notación: A = área \bar{x}, \bar{y} = distancias al centroide C I_x, I_y = momentos de inercia con respecto a los ejes x y y , respectivamente I_{xy} = producto de inercia con respecto a los ejes x y y $I_P = I_x + I_y$ = momento polar de inercia con respecto al origen de los ejes x y y I_{BB} = momento de inercia con respecto al eje $B-B$

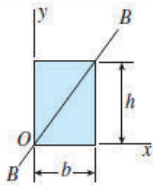
1

**Rectángulo** (origen de los ejes en el centroide)

$$A = bh \quad \bar{x} = \frac{b}{2} \quad \bar{y} = \frac{h}{2}$$

$$I_x = \frac{bh^3}{12} \quad I_y = \frac{hb^3}{12} \quad I_{xy} = 0 \quad I_P = \frac{bh}{12}(h^2 + b^2)$$

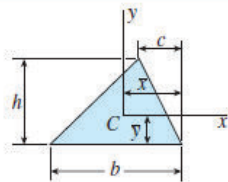
2

**Rectángulo** (origen de los ejes en una esquina)

$$I_x = \frac{bh^3}{3} \quad I_y = \frac{hb^3}{3} \quad I_{xy} = \frac{b^2h^2}{4} \quad I_P = \frac{bh}{3}(h^2 + b^2)$$

$$I_{BB} = \frac{b^3h^3}{6(b^2 + h^2)}$$

3

**Triángulo** (origen de los ejes en el centroide)

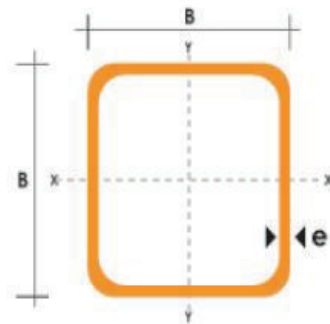
$$A = \frac{bh}{2} \quad \bar{x} = \frac{b+c}{3} \quad \bar{y} = \frac{h}{3}$$

$$I_x = \frac{bh^3}{36} \quad I_y = \frac{bh}{36}(b^2 - bc + c^2)$$

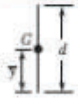
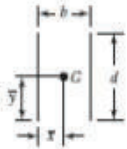
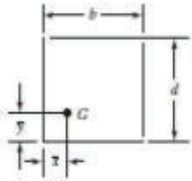
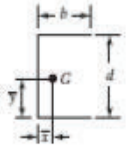
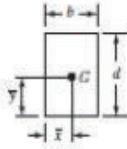

$$I_{xy} = \frac{bh^2}{72}(b - 2c) \quad I_P = \frac{bh}{36}(h^2 + b^2 - bc + c^2)$$

A.2. Propiedades de perfiles seleccionados para el diseño de la cabina del Ascensor

DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A	ESPESOR	PESO	AREA	I	W	i
mm	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	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	4,46	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
75	4,0	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,60	3,99
100	3,0	9,17	11,41	176,95	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	226,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,36	270,57	54,11	3,84


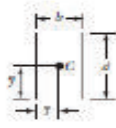

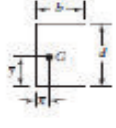


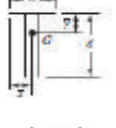
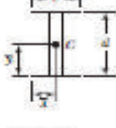



A.3. Propiedades torsionales de la soldadura de filete

Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento polar unitario del área
	$A = 0.707 hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = d^3/12$
	$A = 1.41 hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2(b+d)}$ $\bar{y} = \frac{d^2}{2(b+d)}$	$J_u = \frac{(b+d)^4 - 6b^2d^2}{12(b+d)}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b+d}$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{8b^3 + 6bd^2 + d^3}{12} - \frac{b^4}{2b+d}$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{(b+d)^3}{6}$
	$A = 1.414 \pi r$		$J_u = 2\pi r^3$

* G es el centroide del grupo de soldaduras; h es el tamaño de la soldadura; el plano del par de torsión está en el plano de la página; todas las soldaduras son de ancho unitario.

A.4. Propiedades flexionantes de la soldadura de filete

Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento unitario del área
	$A = 0.707hd$	$x = 0$ $y = d/2$	$I_x = \frac{d^3}{12}$
	$A = 1.414hd$	$x = b/2$ $y = d/2$	$I_x = \frac{d^3}{6}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_x = \frac{bd^2}{2}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$ $y = d/2$	$I_x = \frac{d^2}{12}(bb + d)$
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$x = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_x = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_x = \frac{d^2}{6}(3b + d)$
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$x = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_x = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $y = d/2$	$I_x = \frac{d^2}{6}(3b + d)$
	$A = 1.414\pi r^2$		$I_x = \pi r^3$

* I_x segundo momento de área, se toma respecto de un eje horizontal que pase por G, el centro del grupo de soldaduras, siendo h el tamaño de la soldadura; el plano del par flexionante es normal al plano de la página y paralelo al eje y; todas las soldaduras son del mismo tamaño.

A.5. Carga permisibles en soldaduras de filete

Tabla 9-6

Cargas constantes permisibles y tamaños mínimos de soldadura de filete

Programa A: carga permisible para varios tamaños de soldadura de filete								Programa B: tamaño mínimo de soldadura de filete, a	
Nivel de resistencia del metal de aporte (E0)									
	60*	70*	80	90*	100	110*	120		
Esfuerzo constante permisible en la garganta, ksi (1 000 psi) de soldadura de filete o soldadura de muelle con penetración parcial									
$\tau =$	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0	33.0	36.0		
Fuerza unitaria permisible en soldadura de filete, kip/pulg lineal									
τ_{un}	12.73b	14.85b	16.97b	19.09b	21.21b	23.33b	25.45b		
Tamaño del canto a , pulg	Fuerza unitaria permisible para varios tamaños de soldaduras de filete kip/pulg lineal								
1	12.73	14.85	16.97	19.09	21.21	23.33	25.45		
7/8	11.14	12.99	14.85	16.70	18.57	20.41	22.27		
3/4	9.55	11.14	12.73	14.32	15.92	17.50	19.09		
5/8	7.96	9.28	10.61	11.93	13.27	14.58	15.91		
1/2	6.37	7.42	8.48	9.54	10.61	11.67	12.73		
7/16	5.57	6.50	7.42	8.35	9.28	10.21	11.14		
3/8	4.77	5.57	6.36	7.16	7.95	8.75	9.54		
5/16	3.98	4.64	5.30	5.97	6.63	7.29	7.95		
1/4	3.18	3.71	4.24	4.77	5.30	5.83	6.36		
3/16	2.39	2.78	3.18	3.58	3.98	4.38	4.77		
1/8	1.59	1.86	2.12	2.39	2.65	2.92	3.18		
1/16	0.795	0.930	1.06	1.19	1.33	1.46	1.59		

Espesor del material de la parte unida más gruesa, pulg	Tamaño de la soldadura, pulg
*Hasta $\frac{1}{4}$ inclusive	$\frac{1}{8}$
Mayor que $\frac{1}{4}$ Hasta $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{16}$
Mayor que $\frac{1}{2}$ Hasta $\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$
Mayor que $\frac{3}{4}$ Hasta $1\frac{1}{2}$	$\frac{5}{16}$
Mayor que $1\frac{1}{2}$ Hasta $2\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$
Mayor que $2\frac{1}{2}$ Hasta 6	$\frac{1}{2}$
Mayor que 6	$\frac{3}{4}$

No se debe exceder el espesor de la parte más débil.
 *El tamaño mínimo para aplicaciones en puentes no puede ser menor a $\frac{3}{16}$ pulg.
 Para tamaño mínimo del filete de soldadura, el programa no puede ser mayor que la soldadura de filete de $\frac{3}{16}$ pulg por cada $\frac{1}{4}$ pulg de material.

*En realidad, las soldaduras de filete fueron ensayadas por el AWS-AMS Task Committee.
 $\tau = 0.707\tau_{\text{un}}$

Fuente: Adaptado de Omar W. Slocgett (ed.), Stress Allowables After Welding Design, D412, The James F. Lincoln Arc Welding Foundation, Cleveland, mayo de 1991, p. 3. Reproducido con autorización de Lincoln Electric Company.

A.6. Momentos y giros en apoyos de vigas

la viga estáticamente sustentada, dividida sobre EI, α_1^0 y α_2^0 ($=$ Momentos de Ritter). $K_1^0 = \frac{d\alpha_1^0}{dl}$; $K_2^0 = \frac{d\alpha_2^0}{dl}$.

Nº	Diagramas de carga Superficies M_0	M_1, M_2	α_1^0, α_2^0 / $\frac{1}{EI}$
1		$M_1 = -M_2 = -\frac{ql^2}{12}$ Tabla ASC	$\alpha_1^0 = \alpha_2^0 = \frac{ql^3}{24EI}$
5		$M_1 = -M_2 = -\frac{qa}{24l}(3l^3 - a^3)$ para $a = \frac{l}{2}$: $M_1 = -M_2 = -\frac{11ql^3}{102}$ para $a = \frac{l}{3}$: $M_1 = -M_2 = -\frac{19ql^3}{324}$ para $a = \frac{l}{4}$: $M_1 = -M_2 = -\frac{47ql^3}{1620}$	$\alpha_1^0 = \alpha_2^0 = \frac{qa}{48}(3l^3 - a^3)$ para $a = \frac{l}{2}$: $\alpha_1^0 = \alpha_2^0 = \frac{11ql^3}{384}$ para $a = \frac{l}{3}$: $\alpha_1^0 = \alpha_2^0 = \frac{19ql^3}{648}$ para $a = \frac{l}{4}$: $\alpha_1^0 = \alpha_2^0 = \frac{47ql^3}{8073}$
		$M_1 = -M_2 = -\frac{qa^2}{6l}(2l + a)$ para $a = s = \frac{l}{3}$: $M_1 = -M_2 = -\frac{7ql^3}{162}$	$\alpha_1^0 = \alpha_2^0 = \frac{qa^3}{12l}(2l + a)$ para $a = s = \frac{l}{3}$: $\alpha_1^0 = \alpha_2^0 = \frac{7ql^3}{324}$
		$M_1 = -M_2 = -\frac{qa}{12l}[3l^2 - 3(b+s)^2 + s^2]$ para $a = s = b = \frac{l}{6}$: $M_1 = -M_2 = -\frac{31ql^3}{750}$	$\alpha_1^0 = \alpha_2^0 = -\frac{qa}{24}[3l^2 - 3(b+s)^2 + s^2]$ para $a = s = b = \frac{l}{6}$: $\alpha_1^0 = \alpha_2^0 = \frac{31ql^3}{1500}$
		$M_1 = -\frac{qa^4}{12l^2}[2l(3l-4s)+3s^2]$ $M_2 = +\frac{qa^3}{12l^2}(2l-3s)$ para $a = b = \frac{l}{2}$: $M_1 = -\frac{11ql^3}{192}$ $M_2 = +\frac{6ql^3}{192}$	$\alpha_1^0 = \frac{qa^3}{24l}(2l-s)^2$ $\alpha_2^0 = \frac{qa^3}{24l}(2l^2-s^2)$ para $a = b = \frac{l}{2}$: $\alpha_1^0 = \frac{9ql^3}{384}$ $\alpha_2^0 = \frac{7ql^3}{384}$
		$M_1 = -\frac{qa}{12l^2}[12ab^2 + a^2(l-3b)]$ $M_2 = +\frac{qa}{12l^2}[12a^2b + a^2(l-3a)]$	$\alpha_1^0 = \frac{qbs}{24l}[4a(b+l)-s^2]$ $\alpha_2^0 = \frac{qas}{24l}[4b(a+l)-s^2]$

α_1^0 y α_2^0 = Angulo de rotacion en el apoyo, de la viga estaticamente sustentada, dividido sobre EJ ,
 K_1^0 y K_2^0 (= Momentos de Ritter). $K_1^0 = \frac{-6\alpha_1^0}{l}$; $K_2^0 = \frac{-6\alpha_2^0}{l}$

Diagramas de carga Superficies M_0	M_1, M_2	α_1^0, α_2^0
	$M_1 = -M_2 = -\frac{Pl}{8}$	$\alpha_1^0 = \alpha_2^0 = \frac{Pl^3}{16}$
	$M_1 = -M_2 = -\frac{Pa(l-a)}{l}$ para $a = b = \frac{l}{2}$ $M_1 = -M_2 = -\frac{2Pl}{8}$	$\alpha_1^0 = \alpha_2^0 = \frac{Pa(l-a)}{2}$ $\alpha_1^0 = \alpha_2^0 = \frac{Pl^3}{8}$
	$M_1 = -M_2 = -\frac{3Pl}{16}$	$\alpha_1^0 = \alpha_2^0 = \frac{3Pl^3}{32}$
	$M_1 = -M_2 = -\frac{5Pl}{16}$	$\alpha_1^0 = \alpha_2^0 = \frac{5Pl^3}{32}$
	$M_1 = -M_2 = -\frac{19Pl}{72}$	$\alpha_1^0 = \alpha_2^0 = \frac{19Pl^3}{144}$
	$M_1 = -M_2 = -\frac{2Pl}{8}$	$\alpha_1^0 = \alpha_2^0 = \frac{Pl^3}{8}$

ANEXO B

Medidas y peso de la estructura de la cabina

No ELEMENTO	TIPO	MATERIAL	CANTIDAD	LONGITUD(m)	MASA (kg)	PESO (N)
1	VIGA	TUBO 40X40X3	4	1.20	16.99	166.69
2	RIOSTRA	TUBO 40X40X3	2	1.84	13.03	127.80
3	RIOSTRA	TUBO 40X40X3	2	0.78	5.53	54.24
4	VIGA	TUBO 40X40X3	4	1.40	19.82	194.47
5	VIGA	TUBO 40X40X3	2	0.70	4.96	48.62
6	COLUMNA	TUBO 40X40X3	2	0.86	6.09	59.73
7	COLUMNA	TUBO 40X40X3	2	1.00	7.08	69.45
8	COLUMNA	TUBO 40X40X3	2	1.00	7.08	69.45
9	COLUMNA	TUBO 40X40X3	2	0.50	3.54	34.73
10	COLUMNA	TUBO 40X40X3	2	1.50	10.62	104.18
11	PANEL DE MADERA 1	PANEL	1	-	6.39	62.69
12	PANEL DE MADERA 2	PANEL	1	-	2.79	27.37
13	PANEL DE MADERA 3	PANEL	1	-	2.79	27.37
14	PANEL DE MADERA 4	PANEL	1	-	1.4	13.73
15	PANEL DE VIDRIO	PANEL	1	-	6.62	64.94
16	PLANCHA ANTIDESLIZANTE	PANEL	1	-	26.38	258.79
17	PLACA RODILLOS	PANEL	1	-	15.41	151.17
18	PLACA SOPORTE RODILLOS 1	PANEL	1	-	4.94	48.46
19	PLACA SOPORTE RODILLOS 2	PANEL	1	-	5.16	50.62
20	RODILLOS	PANEL	1	-	5.4	52.97
MASA TOTAL DE LA CABINA (kg)					172.02	
PESO TOTAL DE LA CABINA (N)						1687

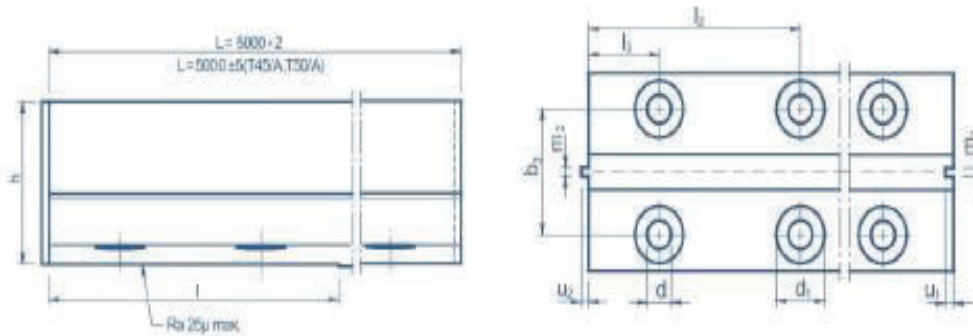
ANEXO C

PROPIEDADES MECÁNICAS DE GUIAS

C.1. Propiedades Mecánicas de la guía

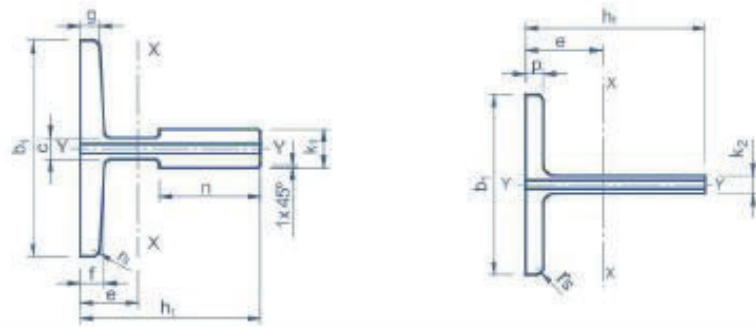
TIPO	a	bf	c	d	f	g	h	ÁREA	MASA	e	Momentos Inercia		Módulos Resistencia Sección		Radio de giro	
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(cm ²)	(kg/m)	(cm)	I_x (cm ⁴)	I_y (cm ⁴)	W_x (cm ³)	W_y (cm ³)	r_x (cm)	r_y (cm)
1-70/9	6	65	9	70	8	6	34	9.37	7.3	1.95	41.1	19.1	9.2	5.41	2.8	1.42
1-90/16	8	75	16	90	10	8	42	16.9	13.25	2.65	102	57.7	21.2	12.8	2.45	1.88

C.2. Tabla Savedra



ISO 7465:2007

Dimensiones (mm)		Dimensiones (mm)																				
	$b_1 \pm 1$	$h_1 \pm 0,20$								$p \pm 0,50$	r_s	$m_1^{+0,08}$	m_2^{+0}	$u_1 \pm 0,10$	$u_2 \pm 0,10$							
	$b_1 \pm 1,50$	$A \pm 0,10$	$B \pm 0,75$	$h \pm 0,05$	$+s$	$+0,10$	k_1	$+0,10$	n	$+s$	o	$g \pm 0,75$	$f \pm 0,75$	$p \pm 0,75$	r_s	$m_1^{+0,08}$	m_2^{+0}	$u_1 \pm 0,10$	$u_2 \pm 0,10$	Ra max.	Ra max.	
Calibradas / Cold drawn	T45/A	45	45				5					5	1	2	1,97	2,5	2	3,5	0,7			
	T50/A	50	50				5					5	1	2	1,97	2,5	2	3,5	0,7			
	T65/A	65	54			7,9		20	5	4	5,8		3	2	1,97	2,5	2	3,5	0,7			
	T70/A	70	65			9		34	6	6	6		1,5	3	2,97	3,5	3	2,5	0,5			
	T70-70-0/A	70	70			9		35	7,9	8,5	8,5		3	3	2,97	3,5	3	2,5	0,5			
	T75/A	75	62			10		30	8	7	9		1,5	3	2,97	3,5	3	2,5	0,5			
	T80-80-0/A	80	80			9							9	3	3	2,97	3,5	3	2,5	0,5		
	T82/A	82	68			9		34	7,5	6	8,25		3	3	2,97	3,5	3	2,5	0,5			
	T89/A	89	62			16		34	10	8	11		3	6,4	6,37	7,14	6,35	2,5	0,5			
	T90/A	90	75			16		42	10	8	10		4	6,4	6,37	7,14	6,35	2,5	0,5			
T125-L1/A	125	68					9			6	8,25		3	3	2,97	3,5	3	2,5	0,5			
Cepilladas / Machined	T75/B	75	62	61	138	10		30	8	7	9		3	3	2,97	3,5	3	2	0,4			
	T78/B	78	56	55	138	10		26	7	8	8,5		2,5	3	2,97	3,5	3	2	0,4			
	T82/B	82	68	68,6	111	0		34	7,5	6	8,25		3	3	2,97	3,5	3	2	0,4			
	T89/B	89	62	61	156	16		34	10	8	11		3	6,4	6,37	7,14	6,35	1,75	0,35			
	T90/B	90	75	74	156	16		42	10	8	10		4	6,4	6,37	7,14	6,35	1,75	0,35			
	T114/B	114	89	88	156	16		36	9,5	8	11		4	6,4	6,37	7,14	6,35	1,5	0,3			
	T125/B	125	82	81	156	16		42	10	9	12		4	6,4	6,37	7,14	6,35	1,5	0,3			
	T127-1/B	127	89	88	156	16		45	10	8	11		4	6,4	6,37	7,14	6,35	1,5	0,3			
	T127-2/B	127	89	88	156	16		51	10	12,7	15,9		5	6,4	6,37	7,14	6,35	1,5	0,3			
	T140-1/B	140	108	107	193	19		51	12,7	12,7	15,9		5	6,4	6,37	7,14	6,35	1,5	0,3			
T140-2/B	140	102	101	193	28,6		51	17,5	14,5	17,5		5	6,4	6,37	7,14	6,35	1,5	0,3				
T140-3/B	140	127	126	193	31,75		57	19	17,5	25,4		5	6,4	6,37	7,14	6,35	1,5	0,3				



Dimensiones y distancias entre agujeros, placas y tornillos / Dimensions and distance between holes, fishplates and bolts

		Distancia entre agujeros, placas y tornillos (mm) Distance between holes, fishplates and bolts (mm)									
		d	b ₁	b ₂ ± 0,20	l ₁ ⁺³ / ₋₉	l ₂ ± 0,20	l ₃ ± 0,20	V ⁺³ / ₋₆	Tornillo Bolt	Arandela Washer	
		d ₁	b ₂	b ₃ ± 0,20	l ₁ ⁺³ / ₋₉	l ₂ ± 0,20	l ₃ ± 0,20	V ⁺³ / ₋₆	Tornillo Bolt	Arandela Washer	
Calibreadas / Cold drawn	T45/A	9	50	25	160	65	15	8	M8x25	A-8	
	T50/A	9	50	30	200	75	25	8	M8x25	A-8	
	T65/A	10,5	-	65	40	160	65	15	M10x25	A-10	
	T70/A	13	26	70	42	250	105	25	M12x35	A-12	
	T70-70-9/A	13	-	70	42	250	105	25	M12x35	A-12	
	T75/A	13	26	70	42	250	105	25	M12x35	A-12	
	T80-80-9/A	13	-	80	42	250	105	25	M12x35	A-12	
	T82/A	13	26	80	50,8	216	81	27	M12x35	A-12	
	T89/A	13	26	90	57,2	305	114,3	38,1	M12x40	A-12	
	T90/A	13	26	90	57,2	305	114,3	38,1	M12x40	A-12	
T125-L11/A	17	33	130	79,4	305	114,3	38,1	M16x50	A-16		
Cepilladas / Machined	T75/B	13	26	70	42	250	105	25	M12x35	A-12	
	T78/B	13	26	70	42	250	105	25	M12x35	A-12	
	T82/B	13	26	80	50,8	216	81	27	M12x35	A-12	
	T89/B	13	26	90	57,2	305	114,3	38,1	M12x40	A-12	
	T90/B	13	26	90	57,2	305	114,3	38,1	M12x40	A-12	
	T114/B	17	33	120	70	305	114,3	38,1	M16x50	A-16	
	T125/B	17	33	130	79,4	305	114,3	38,1	M16x50	A-16	
	T127-1/B	17	33	130	79,4	305	114,3	38,1	M16x50	A-16	
	T127-2/B	17	33	130	79,4	305	114,3	38,1	M16x50	A-16	
	T140-1/B	21	40	140	92,1	380	152,4	31,8	M20x70	A-20	
	T140-2/B	21	40	140	92,1	380	152,4	31,8	M20x70	A-20	
	T140-3/B	21	40	140	92,1	380	152,4	31,8	M20x80	A-20	

Características Generales de las Guías
General Characteristics of the Guide

Normas Standards	Características Mecánicas / Mechanical Characteristics			
		Carga de rotura Breaking point N/mm ²	Límite elástico Yield point N/mm ² min.	Alergamiento Elongation % min.
ISO 7465				
UNI 7465	Calibradas hongo >5mm ≤ 8mm Cold drawn blade >5mm ≤ 8mm (EN 10277-2)	470 - 840	355	8
ANSI A 17-1				
BS 5655	Calibradas hongo >8mm ≤ 10mm Cold drawn blade >8mm ≤ 10mm (EN 10277-2)	470 - 840	355	12
DIN 15311				
JIS	Calibradas hongo >10mm ≤ 16mm Cold drawn blade >10mm ≤ 16mm (EN 10277-2)	420 - 710	300	12
AFNOR NF P 82/251	Cepilladas hongo ≤ 16mm Blade ≤ 16mm	410 - 520	275	22
	Cepilladas hongo >16mm Blade >16mm	410 - 520	255	22

Protección Antioxidante (*) Anti-rust Protection (*)				Composición Química Chemical Composition						
Tipo Type	Espesor Thickness	Exterior meses Months outdoors	Interior meses Months indoors		C%	Mn%	P%	S%	5%	
					Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	
Tectyl 511 M (aceite / oil)	2 - 10 μ	+	1 - 3	Calibradas Cold drawn	0,17	1,4	0,045	0,045	0,4	
Tectyl 502 C (cera / wax)	20 - 30 μ	0 - 1	4 - 8							
Tectyl 506 WD (cera / wax)	Estándar Standard	20 - 30 μ	1 - 3	Cepilladas Machined	0,21	1,5	0,045	0,045	0,4	
	Especial Special	40 - 50 μ	3 - 6							12 - 36

(*) Datos orientativos que varían en función de la humedad y salinidad del ambiente.

(*) All data are approximate and subject to atmospheric humidity and salinity conditions.

Pesos (kg) y Empaquetado / Weights (kg) and Packing							
	Código Code	Peso guía Weight/ guide	Peso / guía con embalaje Weight / packed guide	Peso/guía con accesorios y embalaje Weight/packed guide and accessories	Nº guías / paquete No. of guides per bundle	Nº guías por contenedor de 20 pies No. of guides per 20ft container	
						Con accesorios With accessories	Sin accesorios Without accessories
Calibradas / Cold drawn	T45A	16,7	16,91	17,74	48	1200	1248
	T50A	18,65	18,89	19,75	42	1092	1134
	T65A	24,5	24,92	25,91	24	816	864
	T70A	36,90	37,40	39,38	20	540	560
	T70-70-9A	44,15	44,65	46,72	20	480	480
	T75A	42,62	43,32	45,39	20	480	480
	T80-80-9A	53,25	53,75	55,92	20	380	400
	T82A	42,62	43,32	45,32	20	480	480
	T89A	61,9	62,53	66,27	16	320	336
	T90A	67,7	68,33	72,07	16	288	304
	T125-L1A	56,45	57,45	64,73	10	330	370
Cepilladas / Machined	T75B	42,62	43,32	45,39	20	480	480
	T78B	38,65	39,15	41,22	20	520	540
	T82B	42,62	43,32	45,32	20	480	480
	T89B	61,9	62,53	66,27	16	320	336
	T90B	67,7	68,33	72,07	16	288	304
	T114B	82	83	89,8	10	240	260
	T125B	89,55	90,55	97,83	10	220	230
	T127-1B	89,25	90,25	97,53	10	220	240
	T127-2B	112,75	113,75	121,03	10	170	190
	T148-1B	137,95	139,95	153,13	5	135	150
	T148-2B	169,6	171,6	184,78	5	115	125
T148-3B	225,75	227,75	243,57	5	85	90	

Características técnicas Technical Characteristics											
		Sección	Peso	e	I_{xx}	W_{xx}	I_{xx}	I_{yy}	W_{yy}	I_{yy}	
		Section	Weight	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	
Calbradas / Cold drawn	T45/A	4,25	3,34	1,31	8,08	2,53	1,38	3,84	1,71	0,95	
	T50/A	4,75	3,73	1,43	11,24	3,15	1,54	5,25	2,1	1,05	
	T65/A	6,24	4,9	1,71	20,09	5,44	1,79	10,92	3,36	1,32	
	T70/A	9,4	7,379	2,034	40,95	9,169	2,067	18,86	5,389	1,417	
	T70-70-9/A	11,25	8,83	2,11	52,81	10,79	2,16	24,62	7,02	1,48	
	T75/A	10,91	8,564	1,861	40,29	9,286	1,921	26,47	7,06	1,557	
	T80-80-9/A	13,56	10,65	2,32	80,2	14,21	2,44	38,83	9,7	1,69	
	T82/A	10,91	8,564	1,998	49,31	10,27	2,126	30,17	7,358	1,663	
	T89/A	15,77	12,38	2,032	59,83	14,35	1,948	52,41	11,78	1,823	
	T90/A	17,25	13,54	2,612	102	20,86	2,431	52,48	11,66	1,744	
	T125-L1/A	14,39	11,29	1,65	56,46	10,97	1,98	107,88	17,26	2,74	
	Cepilladas / Machined	T75/B	10,91	8,564	1,861	40,29	9,286	1,921	26,47	7,06	1,557
		T78/B	9,847	7,73	1,645	29,92	7,564	1,743	26,39	6,766	1,637
T82/B		10,91	8,564	1,998	49,31	10,27	2,126	30,17	7,358	1,663	
T89/B		15,77	12,38	2,032	59,83	14,35	1,948	52,41	11,78	1,823	
T90/B		17,25	13,54	2,612	102	20,86	2,431	52,48	11,66	1,744	
T114/B		20,89	16,4	2,665	179,3	29,7	2,93	108,6	19,05	2,28	
T125/B		22,82	17,91	2,43	151	26,16	2,572	159,1	25,46	2,641	
T127-1/B		22,74	17,85	2,77	187,9	30,65	3,065	149,9	23,61	2,361	
T127-2/B		28,72	22,55	2,478	201,7	31,17	2,64	229,9	36,2	2,829	
T140-1/B		35,15	27,59	3,236	403,3	53,32	3,367	309,7	44,24	2,968	
T140-2/B		43,21	33,92	3,484	456,7	68,01	3,251	358,2	51,18	2,879	
T140-3/B		57,52	45,15	4,418	947,5	114,4	4,059	466,7	66,67	2,848	

ANEXO D

PARÁMETROS PARA DISEÑO DE CIMENTACIONES

D.1. Presiones admisibles en terreno de cimentación

PRESIONES ADMISIBLES EN EL TERRENO DE CIMENTACIÓN					
Naturaleza del terreno	Presión admisible en Kg/cm ² , para profundidad de cimentación en m de:				
	0	0,5	1	2	3
I. Rocas ⁽¹⁾					
No estratificadas	30	40	50	60	60
Estratificadas	10	12	16	20	29
2. Terrenos sin cohesión ⁽²⁾					
Graveras	--	4	5	6,3	8
Arenosos gruesos	--	2,5	3,2	4	5
Arenosos finos	--	1,6	2	2,5	3,2
3. Terrenos coherentes	--	--			
Arcillosos duros	--	--	4	4	4
Arcillosos semiduros	--	--	2	2	2
Arcillosos blandos	--	--	1	1	1
Arcillosos fluidos	--	--	0,5	0,5	0,5
4. Terrenos deficientes					
Fangos	En general resistencia nula, salvo que se determine experimentalmente el valor admisible				
Terrenos orgánicos					
Rellenos sin consolidar					
Observaciones:					
1) Los valores que se indican corresponden a rocas sanas, pudiendo tener alguna grieta. Para rocas meteorizadas o muy agrietadas las tensiones se reducirán prudencialmente.					
2) Los valores indicados se refieren a terrenos consolidados que requieren el uso del pico para removerlos. Para terrenos de consolidación media en que la pala penetra con dificultad, los valores anteriores se multiplicarán por 0.8. Para terrenos sueltos, que se remuevan fácilmente con la pala, los valores indicados se multiplicarán por 0,5.					
Los valores indicados corresponden a una anchura de cimienta igual o superior a 1 m. En caso de anchuras inferiores, la presión se multiplicará por la anchura del cimienta expresada en metros.					
Cuando el nivel freático diste de la superficie de apoyo menos de su anchura, los valores de la Tabla se multiplicarán por 0,8.					

Fuente: http://www.miliarium.com/Prontuario/Tablas/NormasMV/Tabla_8-1.asp

D.2. Dimensiones de varillas corrugadas

ALAMBRE CORRUGADO					ALAMBRE LISO	
DIÁMETRO mm	kg/m	kg/5.9m	kg/6m	kg/12m	DIÁMETRO mm	kg/m
4.00	0.099	0.582	0.592		12.00	0.888
4.20	0.109	0.642	0.653		11.00	0.746
4.50	0.125	0.737	0.749		10.00	0.617
4.80	0.142	0.838	0.852		9.50	0.556
5.00	0.154	0.909	0.925		9.00	0.499
5.50	0.187	1.100	1.119		8.00	0.395
6.00	0.222	1.310	1.332		7.50	0.347
6.35	0.249	1.467	1.492		7.00	0.302
6.50	0.260	1.537	1.563		6.50	0.260
7.00	0.302		1.813	3.625	6.00	0.222
7.50	0.347		2.081	4.162	5.60	0.193
8.00	0.395		2.368	4.735	5.50	0.187
9.00	0.499		2.996	5.993	5.20	0.167
9.50	0.556		3.339	6.677	5.00	0.154
10.00	0.617		3.699	7.398	4.80	0.142
12.00	0.888		5.327	10.654	4.50	0.123
			CORRUGADO	LISO		
PROPIEDADES MECÁNICAS			kgf/cm ²	kgf/cm ²	4.20	0.109
Límite de fluencia mínimo			5000	5000	3.80	0.089
Resistencia a la tracción mínima			5500	5500	3.45	0.073
Reducción del área [%] mínimo				30%	3.20	0.065
					3.00	0.059
					2.95	0.054
					2.80	0.048
					2.60	0.042
					2.40	0.036
					2.25	0.028

Fuente: <http://www.adelca.com/sitio/productosadelca.pdf>

ANEXO E

Límites de fluencia y última resistencia a la tracción de aceros estructurales

Tabla 1.3 Esfuerzos F_y y F_u de aceros estructurales.

Nomenclatura		F_y (3)		F_u (4)	
NMX (1)	ASTM (2)	MPa	kg/cm ²	MPa	kg/cm ²
B-254	A36	250	2 530	400 a 550	4 080 a 5 620
B-99	A529	290	2 950	414 a 585	4 220 a 5 975
B-282	A242	290	2 950	435	4 430
		320	3 235	460	4 710
		345	3 515	485	4 920
B-284	A572	290	2 950	414	4 220
		345	3 515	450	4 570
		414	4 220	515	5 270
		450	4 570	550	5 620
	A992	345	3 515	450 a 620	4 570 a 6 330
B-177	A53	240	2 460	414	4 220
B-199	A500 (5)	320	3 235	430	4 360
B-200	A501	250	2 530	400	4 080
	A588	345 (6)	3 515 (6)	483 (6)	4 920 (6)
	A913	345 a 483 (7)	3 515 a 4 920 (7)	448 a 620 (7)	4 570 a 6 330 (7)

- (1) Norma Mexicana.
 (2) American Society for Testing and Materials.
 (3) Valor mínimo garantizado del esfuerzo correspondiente al límite inferior de fluencia del material.
 (4) Esfuerzo mínimo especificado de ruptura en tensión. Cuando se indican dos valores, el segundo es el máximo admisible.
 (5) ASTM especifica varios grados de acero A500, para tubos circulares y rectangulares.
 (6) Para perfiles estructurales; para placas y barras, ASTM especifica varios valores, que dependen del grueso del material.
 (7) Depende del grado; ASTM especifica grados 50, 60, 65 y 70.

Fuente:

http://www.ahmsa.com/Acero/Complem/Manual_Construccion_2013/Capitulo_1.pdf

ANEXO F

Propiedades mecánicas de tubería estructural

Tubería Estructural Redonda

Designaciones		Espesor	Área	Peso	Propiedades Estáticas		
D	D				Momento de inercia	Módulo de resistencia	Radio de giro
pulg.	mm.	mm.	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm.
3/4	19,10	1,50	0,83	0,65	0,32	0,34	0,62
		2,00	1,07	0,84	0,39	0,41	0,60
7/8	22,20	1,50	0,98	0,77	0,53	0,47	0,74
		2,00	1,27	1,00	0,66	0,59	0,72
1	25,40	1,50	1,13	0,88	0,61	0,64	0,85
		2,00	1,47	1,15	1,01	0,80	0,83
1 1/4	31,80	1,50	1,43	1,12	1,64	1,03	1,07
		2,00	1,87	1,47	2,08	1,31	1,05
1 1/2	38,10	1,50	1,72	1,35	2,89	1,52	1,30
		2,00	2,27	1,78	3,71	1,95	1,28
1 3/4	44,50	1,50	2,02	1,59	4,67	2,10	1,52
		2,00	2,67	2,09	6,02	2,71	1,50
1 7/8	47,80	1,50	2,17	1,71	5,78	2,43	1,63
		2,00	2,87	2,25	7,48	3,14	1,61
2	50,80	1,50	2,32	1,82	7,06	2,78	1,74
		2,00	3,07	2,41	9,14	3,60	1,73
		3,00	4,51	3,54	12,92	5,09	1,69
2 3/8	60,30	1,50	2,77	2,18	12,00	3,98	2,08
		2,00	3,66	2,88	15,66	5,17	2,07
		3,00	5,40	4,24	22,26	7,38	2,03
2 1/2	63,50	1,50	2,92	2,29	14,03	4,42	2,19
		2,00	3,86	3,03	18,29	5,76	2,18
		3,00	5,70	4,48	26,15	8,24	2,14
3	76,20	1,50	3,52	2,76	24,56	6,45	2,64
		2,00	4,66	3,66	32,11	8,43	2,62
		3,00	6,90	5,42	46,28	12,24	2,59
4	101,60	2,00	6,26	4,91	77,60	15,30	3,52
		3,00	9,29	7,29	113,00	22,30	3,49
		4,00	12,26	9,63	146,00	28,80	3,45
5	127,00	2,00	7,85	6,17	153,43	24,16	4,42
		3,00	11,69	9,17	225,00	35,40	4,39
		4,00	15,46	12,13	292,61	46,08	4,35
		5,00	19,16	15,04	357,14	56,24	4,32
		6,00	22,81	17,90	393,08	61,90	4,15
6	152,40	3,00	14,08	11,05	390,00	51,18	5,26
		4,00	18,65	14,64	480,43	63,05	5,08
		5,00	23,15	18,18	629,54	82,62	5,22
		6,00	27,60	21,66	740,57	97,19	5,18

Fuente: <http://www.ipac-acero.com/producto-detalle.php?id=8>

ANEXO G

Catálogo de chumaceras

Soportes de pie SNL para rodamientos sobre manguitos de fijación d_3 20-35 mm

Obturaciones de cuádruple labio
Diseño L

Obturaciones de laberinto
Diseño S

Obturaciones Taconite
Diseño ND

Eje	Soporte		Dimensiones										Masa	Designaciones	Componentes	Obtura-	Tapas
d_a	A	A_1	H	H_1	H_2	J	L	N	N_1	G		Soporte completo con dos obturaciones	Sólo el soporte	ciones	lateral		
mm	mm										kg	-					
20	67	46	74	40	19	130	165	20	15	12	1,45	SNL 505 TG	SNL 505	TSN 505 G	ASNH 505		
												SNL 505 TA	SNL 505	TSN 505 A	ASNH 505		
												SNL 505 TS	SNL 505	TSN 505 S	ASNH 505		
												SNL 505 TND	SNL 505	TSN 505 ND	ASNH 505		
77	52	89	50	22	150	185	20	15	12	2,00	SNL 605 TG	SNL 605-605	TSN 605 G	ASNH 605-605			
											SNL 605 TA	SNL 605-605	TSN 605 A	ASNH 605-605			
											SNL 605 TS	SNL 605-605	TSN 605 S	ASNH 605-605			
											SNL 605 TND	SNL 605-605	TSN 605 ND	ASNH 605-605			
25	77	52	89	50	22	150	185	20	15	12	2,00	SNL 506 TG	SNL 506-605	TSN 506 G	ASNH 506-605		
												SNL 506 TA	SNL 506-605	TSN 506 A	ASNH 506-605		
												SNL 506 TS	SNL 506-605	TSN 506 S	ASNH 506-605		
												SNL 506 TND	SNL 506-605	TSN 506 ND	ASNH 506-605		
82	52	93	50	22	150	185	20	15	12	2,20	SNL 606 TG	SNL 507-606	TSN 606 G	ASNH 507-606			
											SNL 606 TA	SNL 507-606	TSN 606 A	ASNH 507-606			
											SNL 606 TS	SNL 507-606	TSN 606 S	ASNH 507-606			
											SNL 606 TND	SNL 507-606	TSN 606 ND	ASNH 507-606			
30	82	52	93	50	22	150	185	20	15	12	2,20	SNL 507 TL	SNL 507-606	TSN 507 L	ASNH 507-606		
												SNL 507 TA	SNL 507-606	TSN 507 A	ASNH 507-606		
												SNL 507 TS	SNL 507-606	TSN 507 S	ASNH 507-606		
												SNL 507 TND	SNL 507-606	TSN 507 ND	ASNH 507-606		
85	60	108	60	25	170	205	20	15	12	2,90	SNL 607 TG	SNL 508-607	TSN 607 G	ASNH 508-607			
											SNL 607 TA	SNL 508-607	TSN 607 A	ASNH 508-607			
											SNL 607 TS	SNL 508-607	TSN 607 S	ASNH 508-607			
											SNL 607 TND	SNL 508-607	TSN 607 ND	ASNH 508-607			
35	85	60	108	60	25	170	205	20	15	12	2,90	SNL 508 TL	SNL 508-607	TSN 508 L	ASNH 508-607		
												SNL 508 TA	SNL 508-607	TSN 508 A	ASNH 508-607		
												SNL 508 TS	SNL 508-607	TSN 508 S	ASNH 508-607		
												SNL 508 TND	SNL 508-607	TSN 508 ND	ASNH 508-607		
90	60	113	60	25	170	205	20	15	12	3,20	SNL 608 TG	SNL 510-608	TSN 608 G	ASNH 510-608			
											SNL 608 TA	SNL 510-608	TSN 608 A	ASNH 510-608			
											SNL 608 TS	SNL 510-608	TSN 608 S	ASNH 510-608			
											SNL 608 TND	SNL 510-608	TSN 608 ND	ASNH 510-608			


Fuente: <http://www.cuvidasa.es/images/catalogos/CATSKFSPR.pdf>

ANEXO H

Catálogo de polipastos eléctricos y motores eléctricos

H.1. Polipastos Eléctricos

MINI TYPE ELECTRIC HOIST



Type	Lifting Wt/kg s/d hook	Lifting height/m s/d hook	Input power (W)	Rating voltage (V)	Rope diameter (mm)	N/G Wt. (kg)	Packing size (cm)
PA200	100/200	12/6	510	220/230	3	24/26	49 x 43 x 16
PA250	125/250	12/6	540	220/230	3	24/26	49 x 43 x 16
PA300	150/300	12/6	600	220/230	3	24/26	49 x 43 x 16
PA400	200/400	12/6	980	220/230	3.8	35/37	52.5 x 48.5 x 17
PA500	250/500	12/6	1020	220/230	4.2	35/37	52.5 x 48.5 x 17
PA600	300/600	12/6	1200	220/230	4.5	35/37	52.5 x 48.5 x 17
PA700	350/700	12/6	1250	220/230	5.1	39/41	54 x 50.5 x 17.5
PA800	400/800	12/6	1250	220/230	5.1	39/41	54 x 50.5 x 17.5
PA990	495/990	12/6	1600	220/230	5.6	33/35	62 x 24 x 35.5

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/p-detail/La-serie-pa-mini-polipasto-el%C3%A9ctrico-mini-polipasto-de-cable-el%C3%A9ctrico-300004136461.html>

H.2. Motor de corriente directa



Fuente: <http://www.superrobotica.com/S330024.htm>

Motor de corriente continua con reductor de 12Voltios y 5,5 revoluciones por minuto, con una fuerza nominal de 10 Kg·cm y 30 kg·cm a máxima eficiencia. Este motor de baja velocidad destaca por, su pequeño tamaño y gran potencia. Especialmente indicado para aplicaciones que requieren baja velocidad y alta potencia. Tensión: 12V. Consumo:<110 mA. Fuerza: 0,98 N·m. Diámetro del eje: 6mm.

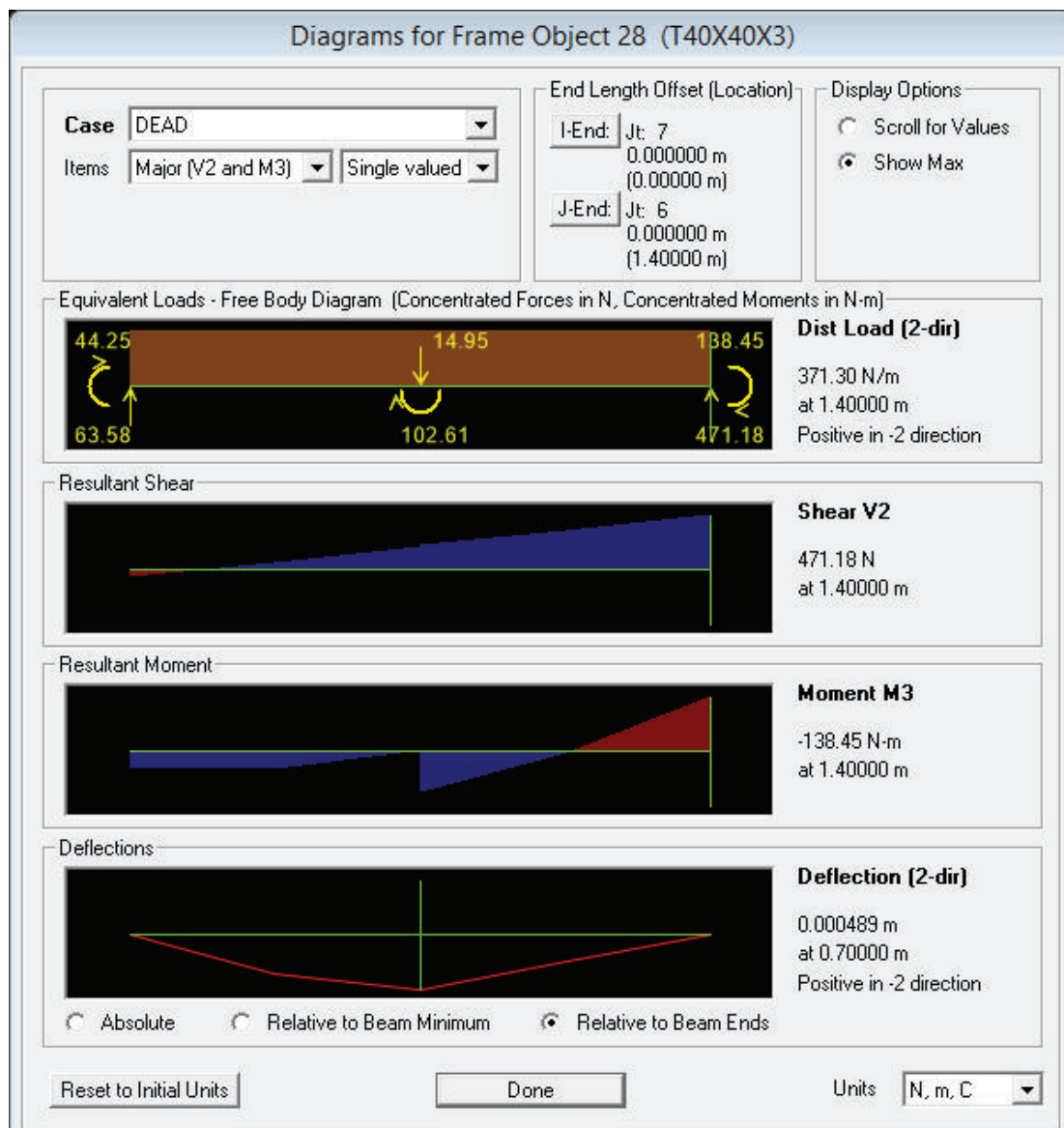
Especificaciones

Tensión Nominal	12V
Velocidad Sin carga	5,5 rpm
Consumo sin carga	20 mA
Consumo nominal	< 100 mA
Velocidad nominal	4 rpm
Fuerza nominal	10 kgf·cm / 0,98 N·m
Fuerza a máxima eficiencia	30 kgf·cm / 2,94 N·m
Consumo en frenado	400 mA
Potencia de salida	0,4 W
Diámetro Máximo	37 mm
Diámetro Eje	6 mm
Rosca fijación	4 x M3

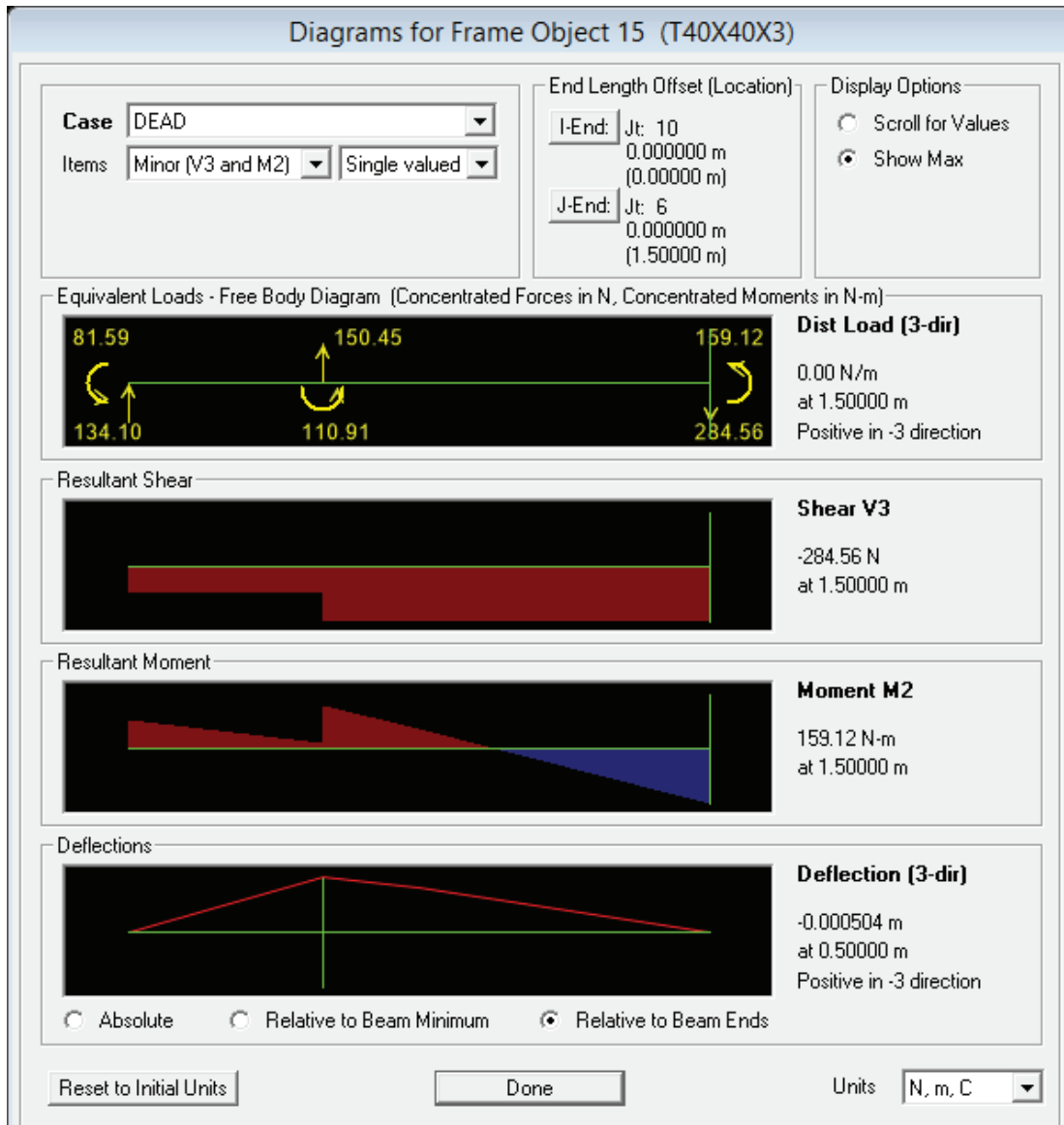
ANEXO I

Diagramas de fuerza cortante y momento flector en los elementos estructurales de la cabina

I.1. Diagrama de fuerza cortante y momento flector para la viga 1

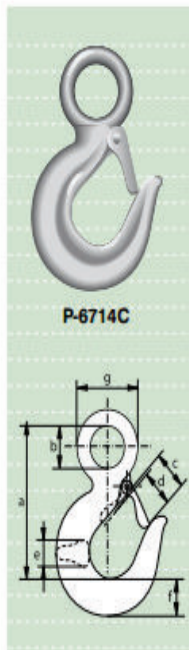


I.2. Diagrama de fuerza cortante y momento flector para la viga 3



ANEXO J

Catálogo de ganchos tipo ojo



P-6714C

Ganchos de ojo grande Green Pin® grado 4 Con lengüeta de seguridad

- **Material** : acero al carbono, grado 4
- **Factor de Seguridad** : CMR = 5 x CMT
- **Norma** : generalmente según EN 1677-5
- **Acabado** : pintado de verde
- **Certificación** : bajo petición certificado de prueba

carga máxima de trabajo	longitud	diámetro ojo interior	ancho abertura	ancho abertura	espesor	ancho	diámetro ojo exterior	peso unidad
tons.	a mm	b mm	c mm	d mm	e mm	f mm	g mm	kg
0.8	81	19	24	20	16	19	37	0.4
1	91	22	26	22	18	22	45	0.4
1.6	105	27	32	27	20	27	52	0.6
2	124	32	34	30	24	31	62	0.98
3.2	147	39	44	37	31	36	74	1.68
5	190	50	55	48	37	48	96	3.6

Fuente: Van Beest Catálogo. (Octubre, 2013). Obtenido de http://www.vanbeest.nl/getattachment/6541791f-0f14-453c-9a4d-44971c61405d/Capitulo09_Ganchos.aspx

ANEXO K

Catálogo de Sujeta cables

K.1. Características de los sujeta cables

Tabla 1				
Tamaño grapa (plg.)	Tamaño cable (plg.)	No. mínimo de grapas	Cantidad de cable a doblar en pulgadas	*Torque en lbs -pie
1/8	1/8	2	3-1/4	4.5
3/16	3/16	2	3-3/4	7.5
1/4	1/4	2	4-3/4	15
5/16	5/16	2	5-1/4	30
3/8	3/8	2	6-1/2	45
7/16	7/16	2	7	65
1/2	1/2	3	11-1/2	65
9/16	9/16	3	12	95
5/8	5/8	3	12	95
3/4	3/4	4	18	130
7/8	7/8	4	19	225
1	1	5	26	225
1-1/8	1-1/8	6	34	225
1-1/4	1-1/4	7	44	360
1-3/8	1-3/8	7	44	360
1-1/2	1-1/2	8	54	360
1-5/8	1-5/8	8	58	430
1-3/4	1-3/4	8	61	590
2	2	8	71	750
2-1/4	2-1/4	8	73	750
2-1/2	2-1/2	9	84	750
2-3/4	2-3/4	10	100	750
3	3	10	106	1200
3-1/2	3-1/2	12	149	1200
Si se utiliza una polea para doblar el cable, adicionar una grapa más. Ver figura 4.				
Si se utiliza un mayor número de grapas que las indicadas en las tablas, se debe incrementar proporcionalmente la longitud del cable que se dobla				
*Los valores de apriete están basados en las cuerdas limpias, secas y sin lubricación.				

Fuente: ColourManager - Change Colours. (Septiembre, 2011). Obtenido de http://www.cavenguayas.com/CatalogoCrosby/crosby_terminaciones.pdf

K.2. Capacidad de los sujeta cables

N.º	Diámetro cable (mm)	Capacidad (kg)		
		Un sujetacables	Dos sujetacables	Tres sujetacables
1	4-7	500	1 000	1 500
2	8-11	925	1 850	2 775
3	12-15	1 320	2 640	3 960
4	16-18	2 340	4 680	7 020
5	19-22	3 930	7 860	11 790
6	23-27	5 880	11 760	17 640
7	28-33	8 160	16 320	24 480
8	34-39	10 740	21 480	32 220

Fuente: DIN 4130

ANEXO L

EQUIPOS DE SEGURIDAD

L.1. LIMITADOR DE VELOCIDAD

LIMITADOR DE VELOCIDAD SLC LF 20 CA.

MONTAJE LIMITADOR

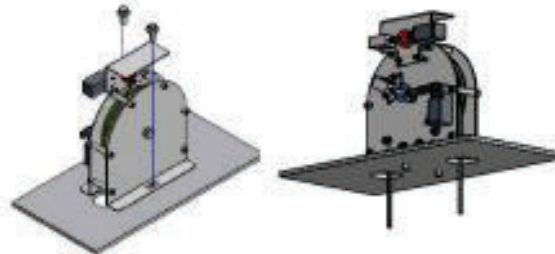
El limitador de velocidad SLC LF20 CA se instalará según el tipo de montaje solicitado por el cliente. Para ello se observarán las instrucciones particulares de cada montaje y las siguientes de carácter general.



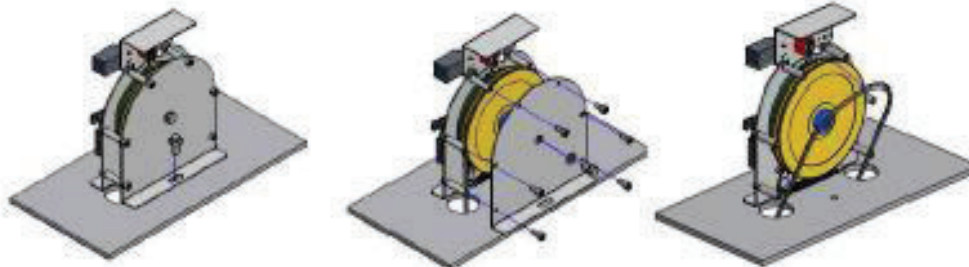
1º) Comprobar que las características del limitador corresponden con las indicadas en la placa y en la documentación anexa al limitador.

2º) Fijar el limitador en su posición siguiendo las instrucciones de detalle, comprobando que queda firmemente sujeto y vertical.

3º) Pasar el cable a través del limitador y articularlo en el sentido marcado para su montaje, comprobando que el giro del limitador en sentido descendente de la cabina, provocaría el accionamiento de los paracaldas en el sentido correcto (brazos de la timonera hacia arriba).

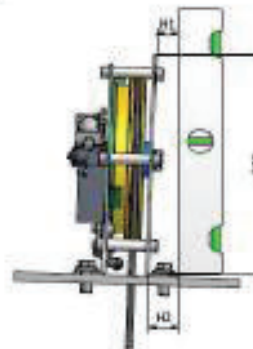


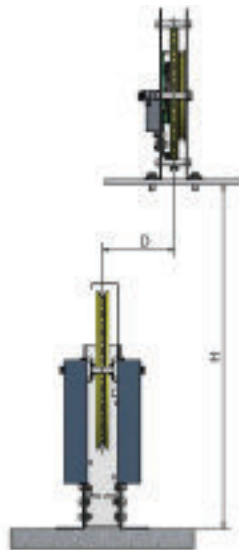
4º) En el caso de tratarse de una sustitución del limitador no es necesario soltar el cable. Soltar el tornillo de sujeción (al suelo del lado izquierdo), desmontar los pasadores de unión del limitador y el tornillo del eje del lado izquierdo. Quitar la chapa soporte izquierda, introducir el cable en la canal y volver a montar.



5º) Alinear el limitador verticalmente.

$H1-H2 < 2 \text{ mm}$.





6º) Instalar la polea tensora comprobando la calda de los cables y el paso por la cabina.

$D_{max} = 10mm$ para $H > 3m$.

$D_{max} = 30 mm$ para $H > 10 m$.

7º) Comprobar visualmente el paralelismo de la polea del limitador y de la polea tensora comprobando que el cable se encuentra centrado en ambas poleas.

8º) Ajustar y amarrar el cable a la timonera manteniendo la verticalidad del cable.

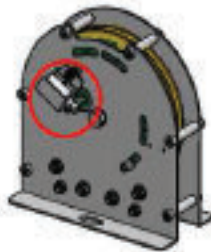
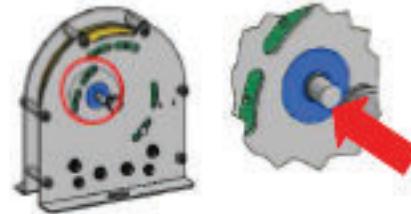
9º) Mover el ascensor comprobando el correcto funcionamiento.



ACCIONAMIENTO A DISTANCIA

El conjunto de actuación a distancia puede ser:

- Accionamiento manual: El sistema viene montado de fabrica y no necesita montaje. Para comprobar su funcionamiento accionar el tirador con el ascensor en movimiento.
- Accionamiento a distancia.

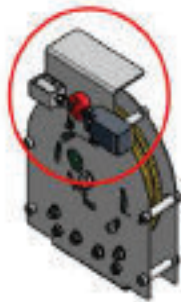


Conectar el electroimán para actuación a distancia según las características de la instalación por ejemplo:

- 24 Vcc In =0.33 A.
- 190 Vcc. In =0.039 A.
- 230 Vac. In =0.3 A.

El tiempo de alimentación del electroimán no puede exceder de 15s ininterrumpidamente y en ese tiempo el limitador debe girar al menos una vuelta. Accionar el Interruptor comprobando que el sistema de actuación se mueve. Posteriormente poner en marcha el ascensor y accionar el electroimán debiéndose actuar el limitador y los paracaídas, actuándose los contactos de seguridad. Dicha comprobación se debe realizar en ambos sentidos.

Sin alimentar el electroimán mover el ascensor en sentido contrario desaccionando los paracaídas y comprobando que el ascensor se mueve libremente.

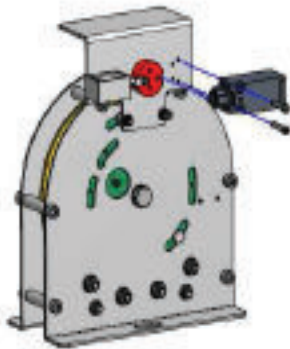
CONTROL ELÉCTRICO

Conectar la línea de seguridad a lo contactos normalmente cerrados y la bobina de rearme del sistema a distancia según las características de la bobina por ejemplo:

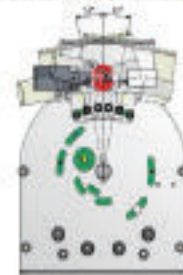
- 24 Vcc	$I_n = 0.33 \text{ A}$
- 190 Vcc	$I_n = 0.039 \text{ A}$
- 230 Vac	$I_n = 0.3 \text{ A}$



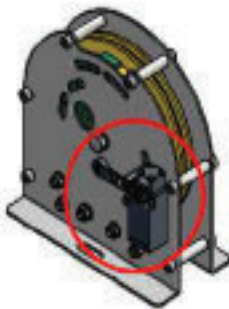
Girar manualmente la palanca del contacto comprobando la apertura de la línea de seguridad a través del contacto. Posteriormente alimentar la bobina para el rearme del contacto comprobando que la rueda del contacto se coloca en el alojamiento del sistema. Girarla manualmente si no dispone de rearme a distancia



Verificar que el sistema no va a interferir en el movimiento del disco actuador del limitador durante el acufamiento de los paracaídas para lo que deberá existir una zona libre alrededor del sistema de aproximadamente unos $\pm 11^\circ$.



En caso necesario, es posible la sustitución del electroimán y del contacto eléctrico sin necesidad del desprecintado del kit. Para ello se deben soltar los tornillos de amarre del contacto y/o del electroimán, sustituir por otros elementos de idénticas características y fijar los elementos sustituidos con los tornillos de amarre. No se deben desprecintar los tornillos de amarre del kit ya que puede influir en las velocidades de actuación del sistema. En caso necesario se deberá poner en contacto con SLC que le informara sobre el proceso a seguir



En el caso de tratarse de contacto de enclavamiento conectarlo igualmente al normalmente cerrado y comprobar su apertura moviendo el disco del limitador. En ambos casos asegurarse de que el ascensor esta parado.

L.2. PARACAIDAS

1 Aspectos generales

El paracaídas SLC-2500 ha sido diseñado y certificado para su uso en un amplio rango de cargas, para guías calibradas y cepilladas tanto bajo condiciones de lubricación como con guías secas, existen dos versiones del mismo el modelo SLC-2500-S y el SLC-2500-HS (se diferencian en la velocidad nominal y de actuación máxima):

	SLC-2500-S	SLC-2500-HS
Velocidad nominal (máx.)	1,7 m/s	2,6 m/s
Velocidad de actuación (máx.)	2,0 m/s	3,0 m/s
P+Q máx.	2819 kg	2819 kg
P+Q mín.	339 kg	339 kg
Espesor de la guía	5 - 16 mm	5 - 16 mm
Tipo de guía	Calibrada / Cepillada	Calibrada / Cepillada
Lubricación de la guía	Aceitada / Seca	Aceitada / Seca
Dimensiones	100x200x45	100x200x45

Tabla 1

Todas las indicaciones de este manual son válidas para los dos modelos (S y HS).

Los conjuntos de paracaídas se suministran tarados en función de las características indicadas por el cliente, de tal forma, que solo pueden ser utilizados en instalaciones con idénticas características. Dichas características son las siguientes:

- P+Q (kg).
- Espesor de guía.
- Anchura mínima de frenado de la guía.
- Estado de lubricación.
- Fuerza de frenado sentido ascendente

Se prohíbe:

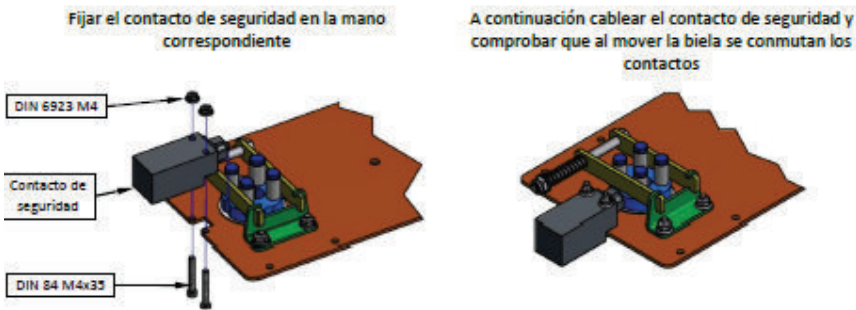
- a) Combinar y montar cajas de paracaídas con números de serie o fabricación distintos.
- b) Utilizar una pareja de paracaídas para instalaciones con características diferentes a las indicadas sobre las chapas de paracaídas y documentación aneja.
- c) Intervenir sobre cualquier elemento del paracaídas sin la autorización de Luezar-Eco S.L.

Ni SLC (SCHLOSSER LUEZAR & CVR SL) ni la empresa fabricante (LUEZAR-ECO, S.L.) se responsabilizará de los daños causados por la no observancia de cualquiera de los puntos recogidos en este manual, así como del incumplimiento de las normas y reglamentación vigentes y las buenas prácticas.

SLC (SCHLOSSER LUEZAR & CVR SL) se reserva el derecho de modificar el contenido del presente documento sin previo aviso. En caso de que esto ocurra la última modificación del documento será la única válida, anulando la validez del presente documento y de las versiones anteriores del mismo.

2.2 Instrucciones de montaje para paracaídas con timonería SLC incorporada

Paso 1 Colocar el contacto de seguridad



Paso 2 Amarrar el paracaídas al chasis



La marca UP grabada sobre el paracaídas deberá quedar SIEMPRE en la parte superior del mismo debiendo comprobar dicho aspecto antes y después de efectuar el montaje.

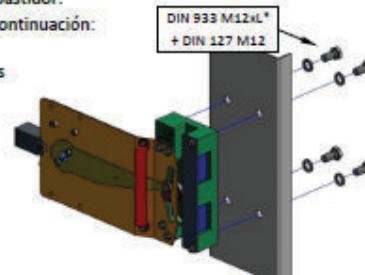
El paracaídas SLC2500 se ha de colocar en el chasis de tal forma que su posición respecto a la guía sea la indicada en el Anexo I (pág. 12). Estas cotas han de ser comprobadas tras la instalación del paracaídas. Para facilitar el correcto posicionamiento del paracaídas se pueden utilizar galgas, que han de ser retiradas tras la instalación.

En todos los casos los tornillos de amarre al chasis han de ser de calidad 8.8.

Existen dos posibilidades de montaje:

- Montaje con sistema oscilante: se seguirán las instrucciones del propio sistema oscilante ya que en función del mismo puede variar la forma de amarre al bastidor.
- Montaje fijo: Se seguirán las indicaciones expuestas a continuación:

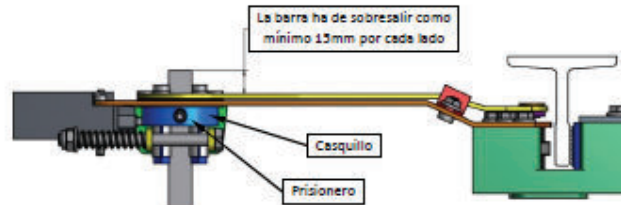
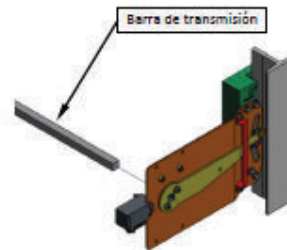
Se deberán colocar, en cada paracaídas cuatro tornillos M12 calidad 8.8 DIN 933 junto con arandelas tipo grower DIN 127 o similar en los correspondientes agujeros roscados del paracaídas. En todos los casos la longitud (L*) de los tornillos ha de ser tal que la longitud roscada en el paracaídas no sea superior a 14mm ni inferior a 12mm.



Paso 3 Colocación de la barra de transmisión

La barra de transmisión ha de ser una barra cuadrada de 15x15mm, que tenga una longitud suficiente para que sobresalga 15mm respecto a la timonería (y el limitador, si este va incorporado en la timonería) por cada lado.

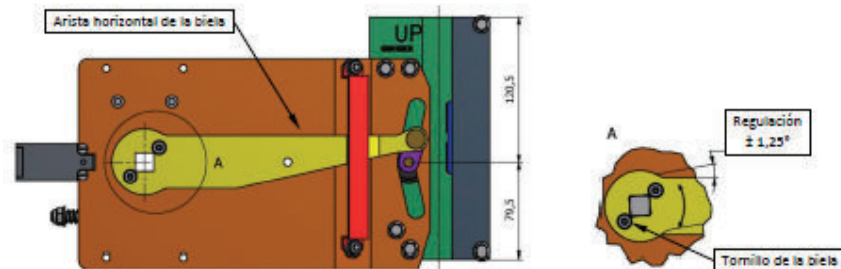
Introducir la barra de transmisión a través de los casquillos de las dos timonerías (puede que sea necesario aflojar el prisionero). Posicionar la barra de tal forma que sobresalga 15mm como mínimo por cada lado y apretar los prisioneros de todos los casquillos para fijar la barra.



Paso 4 Ajustar posición del rodillo

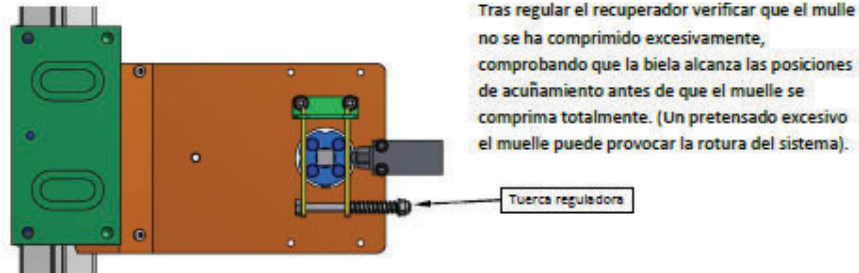
Comprobar la posición de los rodillos de ambas manos, el rodillo ha de estar en la zona central del rasgado de la placa base, más concretamente a 79,5mm del inferior de la caja. En las timonerías SLC que tengan una arista horizontal, y siempre que no se pueda ver el rodillo, se puede tomar como referencia la horizontalidad de esta arista para comprobar la posición correcta del rodillo.

Si el rodillo no está en la posición correcta aflojar (no soltar) los tornillos de la biela, moverla hasta que el rodillo esté en la posición correcta (todas las bielas SLC tienen una regulación de $\pm 1,25^\circ$), y volver a apretar los tornillos.



Paso 5 Regular la fuerza del recuperador

El recuperador incorporado en las timonerías SLC es regulable, por lo que se puede variar la fuerza necesaria para accionar la biela. Para regular la fuerza del recuperador apretar / aflojar la tuerca indicada en la imagen:

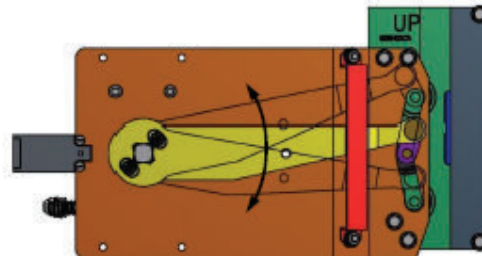


Paso 6 Verificar funcionamiento

Para finalizar es imprescindible comprobar que el montaje se ha realizado correctamente y que todos los elementos funcionan. Para ello es recomendable mover manualmente la timonería hacia arriba y hacia abajo (simulando la actuación en bajada y subida respectivamente), comprobando que:

- El paracaídas está correctamente posicionado respecto a la guía.
- Los dos rodillos alcanzan las posiciones de acuñaamiento, y además lo hacen a la vez.
- El movimiento se realiza sin que se produzcan interferencias con ningún elemento.
- El recuperador de la timonería es capaz de recuperar por sí solo la posición de reposo del rodillo (en caso contrario ver Paso 5, pág. 8).
- El contacto de seguridad funciona correctamente.

Nota: en el Anexo I (pág. 12) se indica la posición de la caja respecto a la guía. En el Anexo II (pág. 13) se indican las posiciones de acuñaamiento del rodillo y su posición de reposo.



ANEXO M

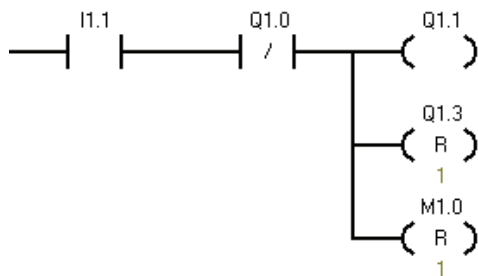
Programación de la simulación del ascensor en STEP 7-200

MICRO WIN

COMENTARIOS DEL PROGRAMA

Network 1

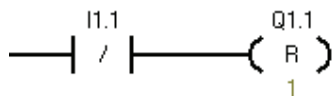
Interrupir el paso de energía principal al sistema y desactivar el foco Q1.3



La primera línea de programación permite activar el interruptor de energía (I1.1) y dotar o cortar el paso de energía con los pulsadores Q1.0 o Q1.1 respectivamente.

Network 2

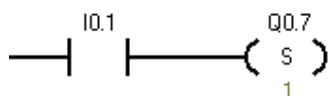
El interruptor da paso al sistema de control y desactiva el foco Q1.1



Esta línea de programación permite activar el sistema de control y desactiva el foco led Q1.1.

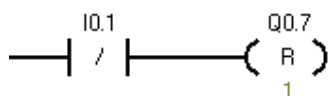
Network 3

El final de carrera de puerta cerrada enciende la lámpara Q0.7

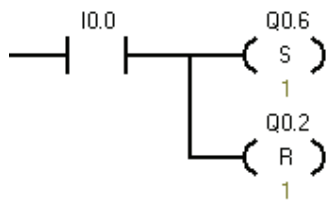


Esta línea de programación permite activar el sensor de final de carrera (I0.1) y encender el led (Q0.7) para indicar que la puerta esta a punto de cerrar.

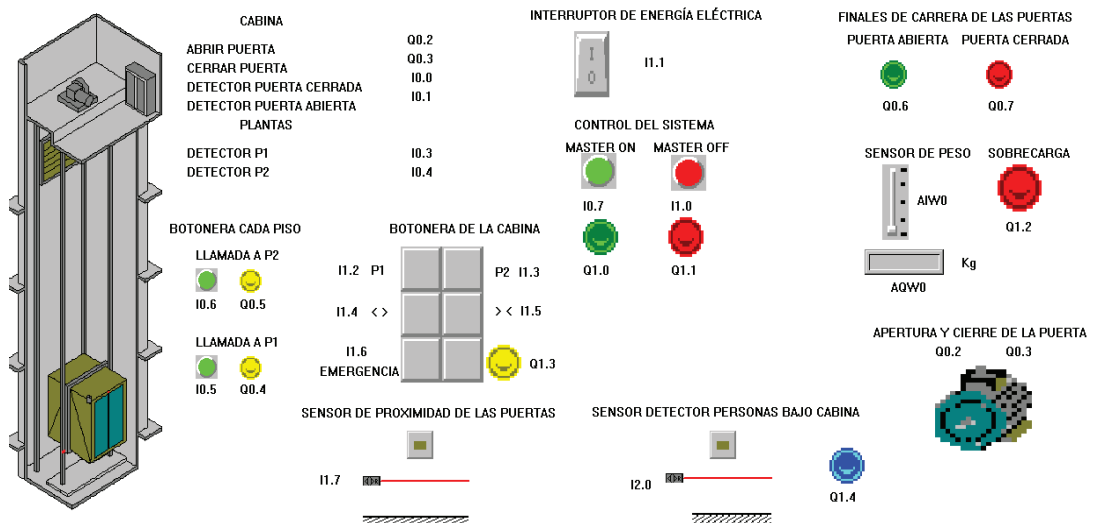
Network 4



Network 5

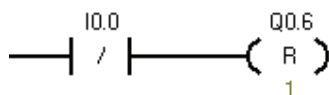


El detector de puerta cerrada (I0.0) permite activar el final de carrera de puerta abierta (Q0.6) y permite la apertura de la puerta al girar el motor a la derecha (Q0.2)



Network 6

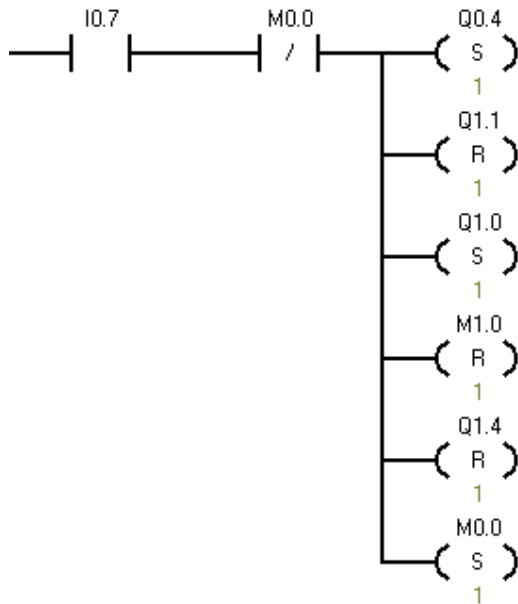
El final de carrera de puerta abierta enciende la lámpara Q0.6



El final de carrera (I0.0) enciende la lámpara (Q0.6).

Network 7

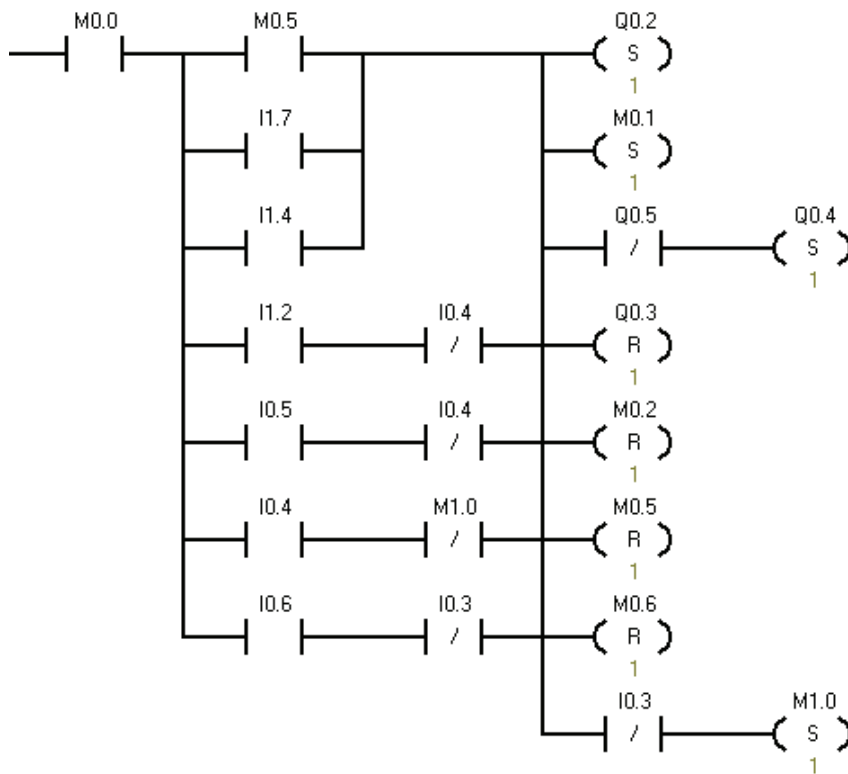
El master ON arranca todo el sistema y enciende una lámpara para observar que el sistema va a trabajar



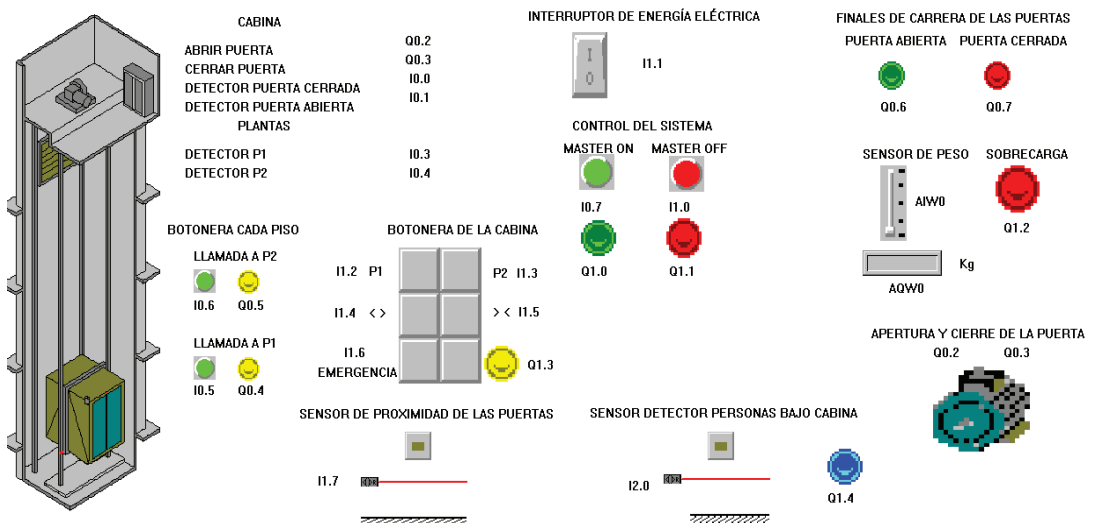
Al energizar el sistema y encender el control (I0.7) arranca y energiza todos los componentes del ascensor y se visualiza al encender el foco led (Q1.0)

Network 8

Se abren las puertas cuando la cabina está en el primer o segundo piso y si se han pulsado los botones correspondientes

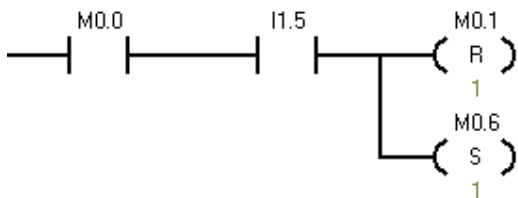


Por medio de los sensores (I0.3), (I0.4) y (I1.7) o por medio de los botones de abrir puertas (I0.5), (I0.6), (I1.2) y (I1.4) se puede abrir las puertas sea en el primer piso o en el segundo.



Network 9

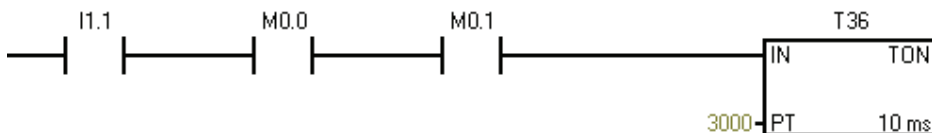
Memoria que cerrará la puerta de la cabina después de un tiempo de 3 seg.



Esta línea permite cerrar la puerta después de 3 segundos.

Network 10

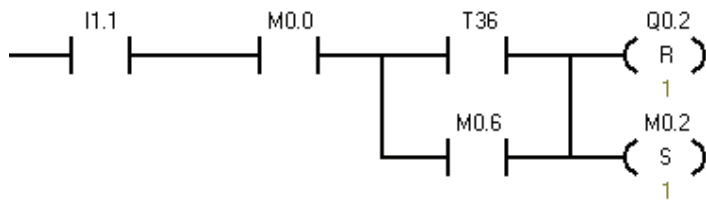
Segmento de temporización para las puertas de la cabina cuando están abiertas



Debido a que la puerta está lista parar cerrar, y el tiempo establecido en el teporizador ha transcurrido, se da la orden al motor para que gire a la izquierda (Q0.3) y cierre la puerta.

Network 11

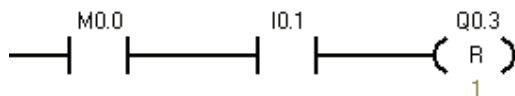
Se cierran las puertas de la cabina



En esta línea de programación se cierran las puertas después de haber transcurrido el tiempo establecido en el temporizador T36.

Network 12

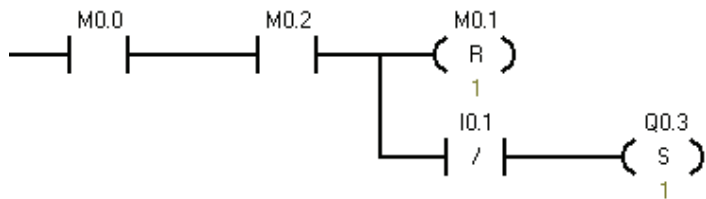
Retorno del cilindro neumático al cerrarse las puertas de la cabina



En esta línea de programación se cierran las puertas ya que el motor ha empezado a girar hacia la izquierda (Q0.3).

Network 13

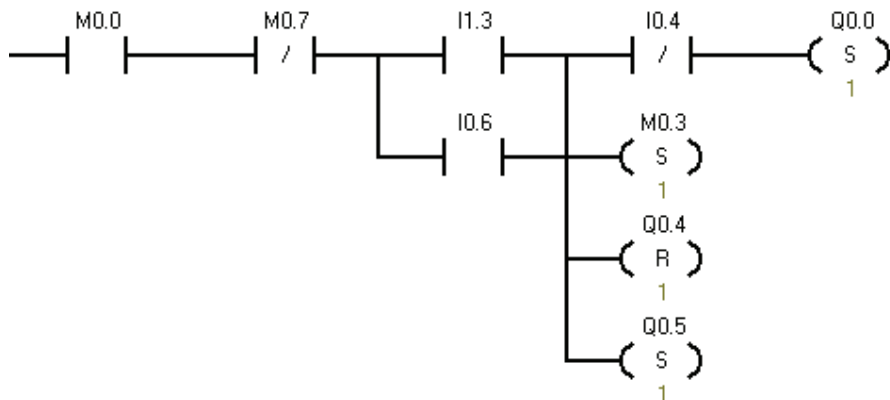
Si el tiempo llega a 3 seg se activa una válvula para que abra el cilindro y se abran las puertas de la cabina



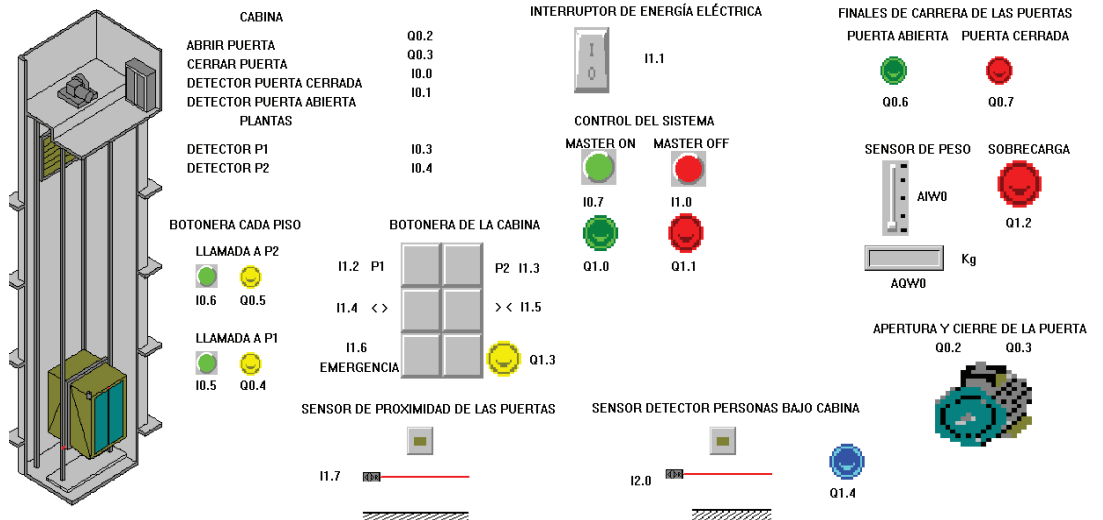
Transcurrido 3 segundos se abren las puertas de la cabina.

Network 14 VIAJE AL SEGUNDO PISO

Se abren las puertas cuando la cabina está en el segundo piso si se han pulsado los botones correspondientes

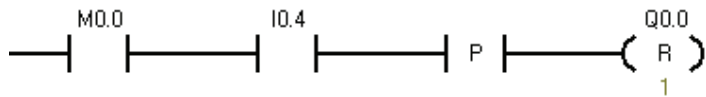


Esta línea de programación permite que se abran las puertas desde el segundo piso al presionar los botones (I0.6) e (I1.3) y se encienden los focos led respectivos de cada piso.



Network 15

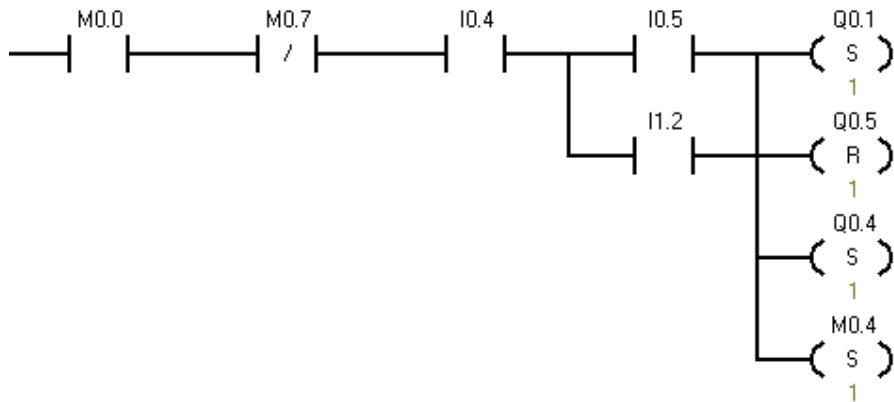
Se desactiva el motor de la cabina cuando esta llega al segundo piso



Una vez la cabina en el segundo piso se para el motor.

Network 16 VIAJE AL PRIMER PISO

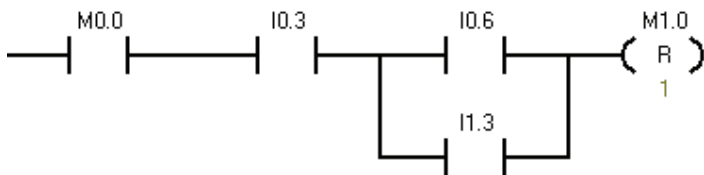
Retorna al primer piso cuando se ha pulsado los botones correspondientes



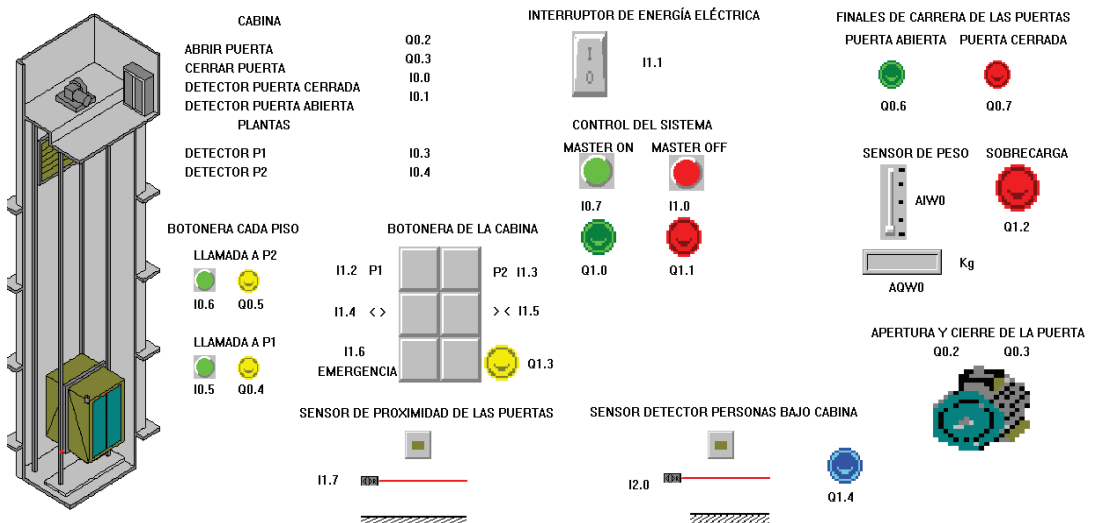
En este punto el ascensor desciende siempre y cuando se haya presionado los botones de llamada del y hacia el primer piso (I0.5) y (I1.2).

Network 17

Reset del bloqueo en apertura de la puerta del segundo piso

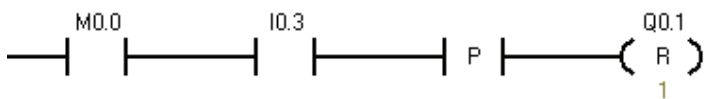


En esta línea de programación se bloquea la apertura de la puerta si se encuentra en el segundo piso.



Network 18

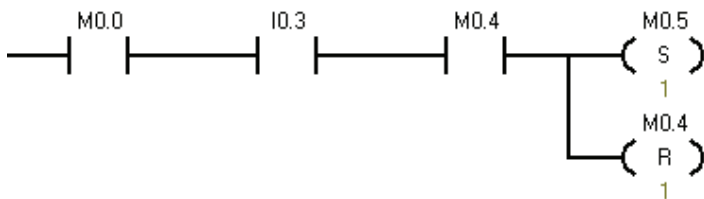
Se desactiva el motor cuando ha bajado al primer piso



En esta línea de programación se ha desactivado el motor del ascensor si este se encuentra en el primer piso y ha sido detectado por el sensor (I0.3)

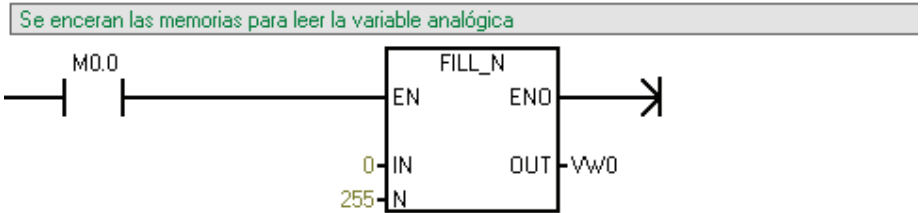
Network 19

Retorno al segmento de programación de apertura de las puertas de la cabina

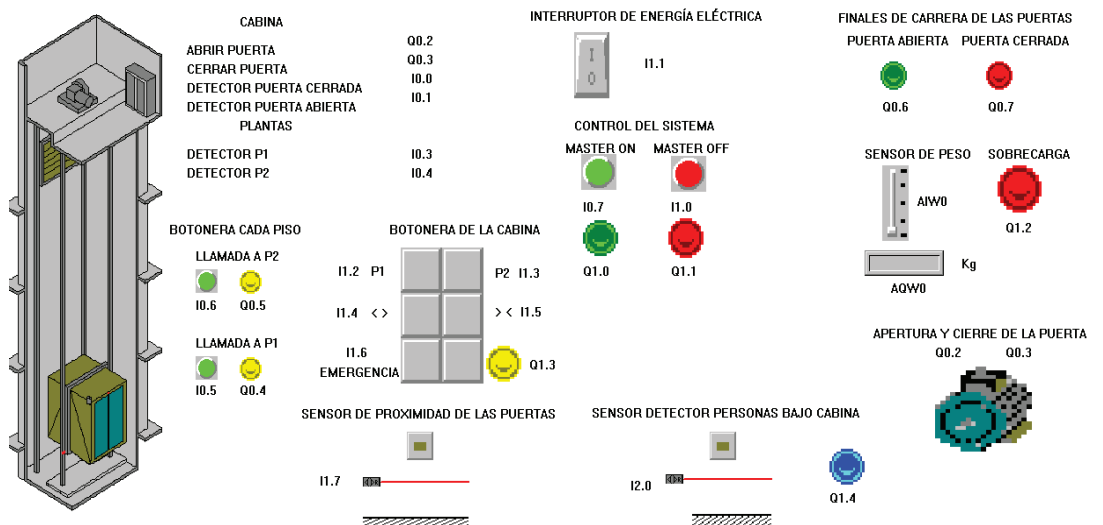


Esta línea permite que se reinicien la programación para la apertura de las puertas.

Network 20



Esta línea permite encerar las memorias en el plc para detectar nuevas cantidades analizadas en el sensor de sobrecarga.



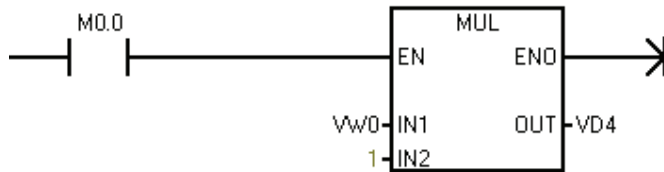
Network 21



Esta línea ingresa el valor medido en el sensor de carga en el plc.

Network 22

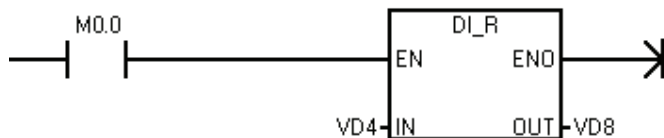
Se extiende el valor de lectura de la memoria a VD4



El valor medido en el sensor de carga pasa a otra memoria del plc para su analisis y acciones a tomar.

Network 23

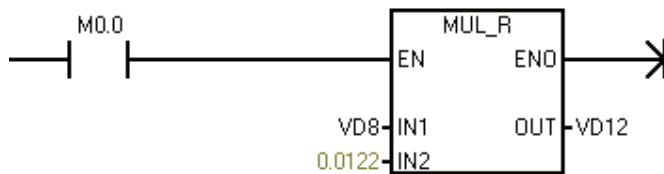
Se transforma el valor leído de entero a real



Esta línea permite cambiar el valor ingresado del sensor de carga a un valor real que puede interpretar el plc.

Network 24

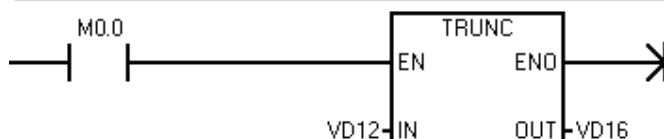
Se escala el valor para realizar el control de peso



Esta línea permite analizar el valor de carga.

Network 25

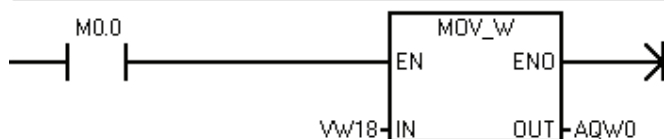
Se procesa el valor anterior y se lo convierte en un número doble



Pasa a un valor doble para la interpretación del plc.

Network 26

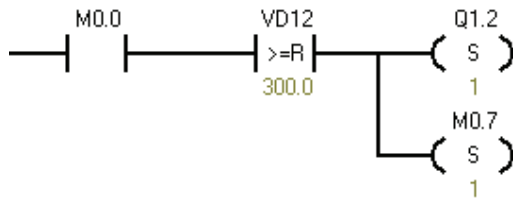
Se copia el valor procesado a un display



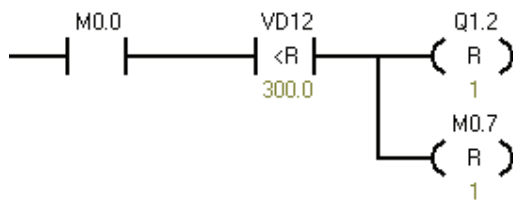
El valor medido por el sensor de carga se muestra en un display.

Network 27

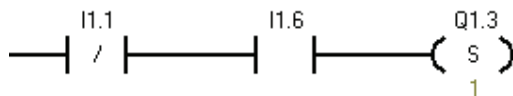
Control de peso con valores escalados para un límite máximo de 300Kg



Se establece un límite de carga de 300 Kg y en cuyo caso el sistema se para.

Network 28**Network 29** BOTÓN DE EMERGENCIA

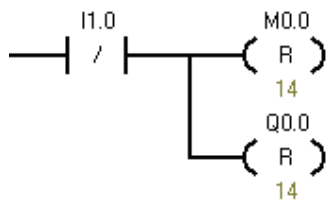
Se activa una lámpara de emergencia para recibir la asistencia de un técnico en la reposición de energía



Permite activar el botón de funcionamiento en una emergencia.

Network 30 MASTER OFF

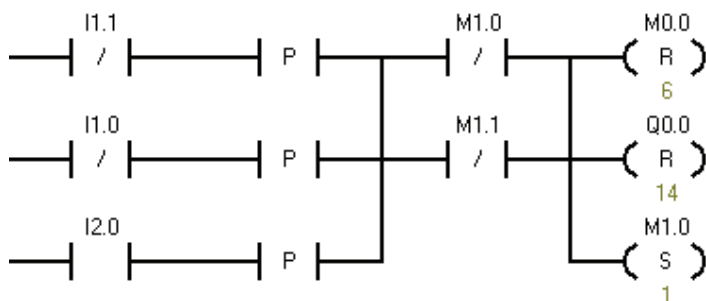
Apaga todos los elementos del sistema y todas las variables internas del PLC



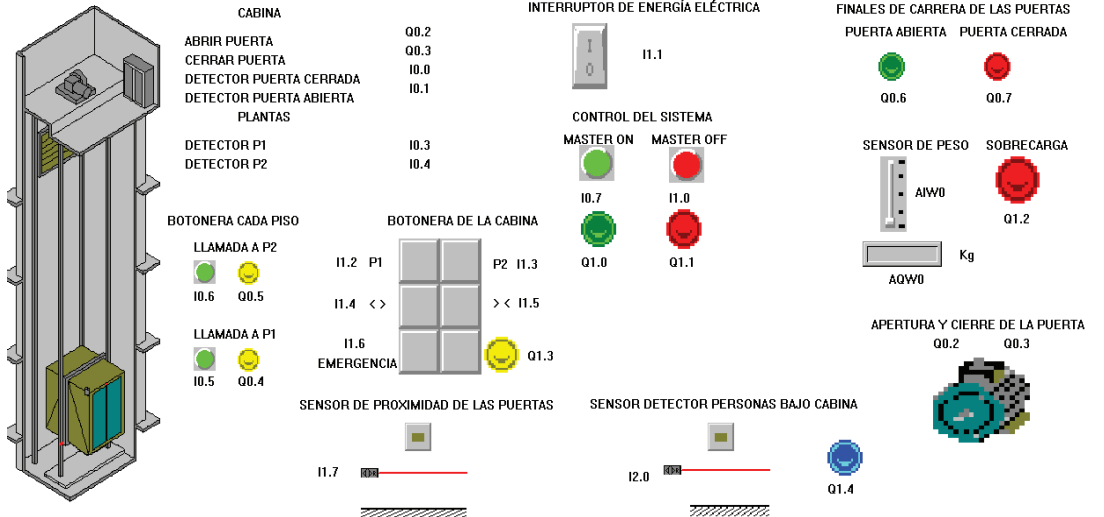
Apaga todos los componentes del sistema del ascensor.

Network 31

Cuando la energía ha sido reestablecida, se apaga la lámpara de emergencia



Network 32



ANEXO N

NORMAS NACIONALES DE ASCENSORES

N.1. NORMA NTE INEN 2 299:2001

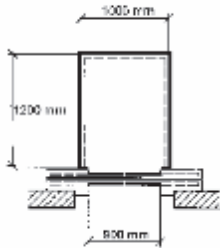
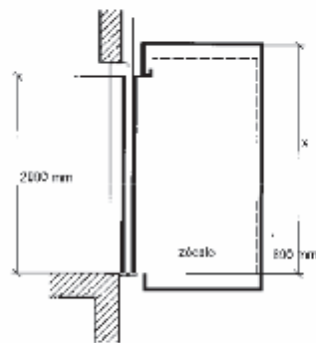
Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y MOVILIDAD REDUCIDA AL MEDIO FÍSICO. ASCENSORES.	NTE INEN 2 299:2001 2001-08
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los ascensores en los edificios, de tal forma que permitan la accesibilidad de las personas con discapacidad y movilidad reducida.</p> <p style="text-align: center;">2. REQUISITOS</p> <p>2.1 Requisitos específicos</p> <p>2.1.1 Dimensiones</p> <p>2.1.1.1 Las dimensiones mínimas libres del interior de la cabina del ascensor, deben ser 1 200 mm de fondo y 1 000 mm de ancho, para permitir alojar a una silla de ruedas y a un eventual acompañante, ver figura 1.</p> <p style="text-align: center;">FIGURA 1. Dimensiones mínimas</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Cuando el lado de la puerta de la cabina no coincide con el lado de la puerta de la parada, las dimensiones mínimas deben ser de 1 200 mm x 1 400 mm para permitir el libre giro de la silla de ruedas.</p> <p>2.1.1.2 Las dimensiones mínimas del vano de la puerta de la cabina, deben ser 900 mm de ancho y 2 000 mm de alto. Su accionamiento debe ser automático, ver figura 1 y 2.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <p style="text-align: left;"><small>DESCRIPTORES: Personas con discapacidad, ascensores.</small></p>		

FIGURA 2. Dimensiones



2.1.2 Tiempo de apertura

2.1.2.1 El ascensor debe tener un tiempo mínimo de apertura desde el aviso de que este ascensor está contestando el llamado (señalización luminosa y acústica), hasta que las puertas del ascensor empiezan a cerrarse, determinado según la fórmula:

$$T = \frac{D}{445}$$

En donde:

- T = Tiempo mínimo de apertura en segundos
- D = Distancia desde el eje del corredor hasta la puerta en mm
- 445 = Constante, en mm/s

La distancia "D" debe ser establecida desde un punto situado en el eje del corredor o pasillo directamente frente a la botonera de llamado (y a un máximo desde ésta de 1 500 mm), hasta el eje de la puerta del ascensor, sobre la puerta de entrada más lejana.

2.1.2.2 En ningún caso el tiempo de apertura será menor a 5 segundos respondiendo a una llamada exterior y a 3 segundos, respondiendo a una llamada interior.

2.2 Características generales

2.2.1 El piso de ingreso al ascensor debe estar señalizado mediante pavimento texturizado con un área mínima de 1 200 mm x 1 200 mm.

2.2.2 El espacio para embarque y desembarque debe tener una área mínima de 1 500 mm x 1 500 mm en condiciones simétricas y centradas a la puerta. En caso que el ascensor tenga puertas batientes, la dimensión del espacio exterior frente al ascensor, se lo definirá por la posibilidad de inscribir un círculo de 1 200 mm de diámetro en el área libre del barrido de la puerta.

2.2.3 Por lo menos una de las paredes interiores del ascensor debe tener un pasamano ubicado a 900 mm de alto y con las características generales ya definidas para este tipo de elemento según NTE INEN 2 244.

(Continúa)

2.2.4 Las paredes interiores de la cabina deben estar provistas de un zócalo de material resistente de 300 mm de alto, para proteger contra el impacto de los reposapiés de la silla de ruedas, ver figura 2.

2.2.5 La cabina del ascensor debe estar provista de piso antideslizante. Si existen alfombras o moquetas, éstas deben estar sujetas.

2.2.6 El mecanismo de apertura de puertas debe estar provisto de un sensor automático ubicado máximo a 800 mm del piso.

2.2.7 La intensidad luminosa en el interior de la cabina no debe ser menor a 100 lux.

2.3 Comandos

2.3.1 El tablero de control interior debe estar ubicado a una altura máxima de 1 200 mm, medida desde el nivel de piso terminado de la cabina, al borde superior del tablero.

2.3.2 Los botones pulsadores de emergencia y parada, deben estar agrupados en la parte inferior del tablero de control, a una altura máxima de 1 000 mm medida desde el nivel del piso terminado.

2.3.3 Los botones de llamado exterior deben estar ubicados a una altura máxima de 1 200 mm referida a su eje, medida desde el nivel del piso terminado.

2.3.4 Todos los botones pulsadores de los comandos interiores y exteriores deben contar con señalización en relieve, en sistema braille, señal acústica y colores contrastantes.

2.3.5 La dimensión de los botones de control no pueden ser inferiores a 20 mm x 20 mm ó 20 mm de diámetro según su forma.

2.4 Paradas

2.4.1 La precisión de parada puede admitir una tolerancia máxima de 20 mm con relación al piso de embarque o desembarque.

2.4.2 Las paradas deben estar provistas de mensaje acústico de llegada: dos tañidos indican que el ascensor baja y un tañido que sube.

2.4.3 Junto a la puerta de acceso al ascensor se deben disponer flechas que indiquen la dirección hacia donde va. Las flechas deben ser de colores contrastantes, con una dimensión mínima de 70 mm, ubicadas a una altura de 1 800 mm referidas a su centro y medidas desde el nivel de piso terminado.

2.4.4 La separación entre el suelo firme y el piso de la cabina debe tener una tolerancia horizontal igual a 20 mm.

(Continúa)

APÉNDICE Z**Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 244:2000 *Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios, agarraderas, bordillos y pasamanos.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma COPANT 1629. *Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Ascensores.* Comisión Panamericana de Normas Técnicas. Caracas, 1996.

Norma UNIT 961:94. *Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Ascensores.* Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. Montevideo, 1995.

International Standard ISO 4190-1. *Lift (US Elevator) Installation.* International Organization for Standardization. Ginebra, 1999.

N.2. NORMA CPE INEN 18:2000

Código de Práctica Ecuatoriano Obligatoria	CÓDIGO DE SEGURIDAD DE ASCENSORES PARA PASAJEROS. REQUISITOS DE SEGURIDAD.	CPE INEN 18:2000 2000-07
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Este código tiene por objeto establecer los requisitos mínimos que deben cumplir los ascensores para pasajeros a fin de proveer un razonable grado de seguridad en el transporte.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Este código establece los requisitos mínimos de seguridad en ascensores para pasajeros de funcionamiento eléctrico y/o hidráulico instalados en edificios.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para efectos de este código se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <i>Ajustar</i>. Disponer adecuadamente las partes mecánicas, eléctricas y electrónicas del ascensor para su funcionamiento.</p> <p>3.1.2 <i>Amortiguador</i>. Aparato diseñado para compensar o disminuir el efecto de choque de una cabina y/o contrapeso en descenso, absorbiendo y disipando la energía cinética de estos elementos.</p> <p>3.1.3 <i>Área útil de cabina</i>. Superficie de la cabina para el uso de una persona.</p> <p>3.1.4 <i>Ascensor (Elevador)</i>. Unidad o sistema completo de transporte vertical de pasajeros que sirve entre varios pisos o niveles.</p> <p>3.1.5 <i>Armazón</i>. Estructura rígida destinada a la colocación de las pesas en el caso del contrapeso, y elementos de la cabina y accesorios tratándose del carro.</p> <p>3.1.6 <i>Ascensor eléctrico</i>. Unidad de transporte vertical en la cual el carro se mueve mediante cables de tracción, accionados por un motor eléctrico.</p> <p>3.1.7 <i>Ascensor hidráulico</i>. Unidad de transporte vertical en la cual el carro es movido a través de un pistón hidráulico impulsado por una bomba de aceite.</p> <p>3.1.8 <i>Distancia de piso</i>. Conjunto de elementos, ubicados en los diferentes pisos, junto a la puerta del ascensor, cuya función es comunicarse con el control principal.</p> <p>3.1.9 <i>Cabina</i>. Cuarto formado por paredes verticales, piso, techo, puerta y accesorios.</p> <p>3.1.10 <i>Cable viajero</i>. Cable especial con conductores eléctricos que provee conexión entre el control y el carro, debidamente protegido bajo especificaciones del fabricante del ascensor.</p> <p>3.1.11 <i>Capacidad</i>. La carga nominal, expresada en kg, para la cual se ha diseñado, construido e instalado el equipo para ascender y/o descender a una velocidad establecida.</p> <p>3.1.12 <i>Carro</i>. Unidad para soportar la carga nominal, incluyendo su armazón, plataforma y cabina.</p> <p>3.1.13 <i>Contrato de puertas</i>. Dispositivo eléctrico de seguridad cuya función es impedir el movimiento de la cabina a menos que las puertas se encuentren totalmente cerradas.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		
<p>DESCRIPTORES: Elevadores, aparatos operados, eléctrica e hidráulicamente, especificaciones, requisitos de seguridad.</p>		

3.1.14 Contrapeso. Conjunto formado por armazón, pesas y accesorios destinados a contrabalancear el peso del carro y el porcentaje de la carga nominal, establecida por el fabricante.

3.1.15 Control. Conjunto de dispositivos eléctricos, electromecánicos y/o electrónicos destinados a controlar, el arranque, parada, dirección de movimiento, aceleración, desaceleración y velocidad del carro. El control debe responder a las señales enviadas por los diferentes dispositivos del ascensor y cumplir con todas las condiciones operativas establecidas en el diseño.

3.1.16 Cesta. Parte inferior del pozo.

3.1.17 Freno. Dispositivo electromagnético, eléctrico o mecánico que siendo parte de la máquina del ascensor, se usa para aplicar una fuerza controlada que permite parar y mantener estática a la misma.

3.1.18 Guía (Riel). Elemento rígido destinado a guiar el movimiento del carro o contrapeso.

3.1.19 Indicador de posición. Dispositivo que indica visualmente la llegada de la cabina a los diferentes niveles o pisos.

3.1.20 Instalación (montaje). Acción de colocar y armar los diferentes elementos del ascensor.

3.1.21 Inspección. Examen para verificar el estado del ascensor.

3.1.22 Limitador de velocidad. Mecanismo destinado a accionar el paracaídas cuando la velocidad del carro o contrapeso en su recorrido descendente excede un límite preestablecido, de tal forma de que se tenga una parada segura.

3.1.23 Línea de vida. Cuerda vertical destinada, en un momento dado, a detener la caída del personal dedicado a la instalación de ascensores.

3.1.24 Máquina. Aparato destinado a mover el carro.

3.1.25 Mantenimiento correctivo. Trabajo realizado al ascensor para reparar los daños que se hayan presentado, de tal forma que se garantice el óptimo funcionamiento de éste y la seguridad de los pasajeros.

3.1.26 Mantenimiento preventivo. Trabajo realizado al ascensor, en forma periódica y rutinaria, para garantizar el óptimo funcionamiento de éste y la seguridad de los pasajeros.

3.1.27 Modernización. Cambios realizados en los diferentes dispositivos y elementos del ascensor, con partes y piezas nuevas, previo un estudio técnico, con la finalidad de mejorar el funcionamiento y/o apariencia.

3.1.28 Nivelación. Operación del ascensor que permite mejorar la precisión de parada de la cabina al nivel de los pisos.

3.1.29 Panel de operación. Conjunto de elementos ubicados en la cabina cuya función es comunicarse con el control principal.

3.1.30 Paracaídas. Dispositivo mecánico unido a la armazón del carro o contrapeso, el cual se acciona automáticamente para detener y sostener al carro o al contrapeso en caso de que sobrepasen una velocidad predeterminada o por caída libre.

3.1.31 Pasajero. Persona transportada por un ascensor.

3.1.32 Plataforma de la cabina. La estructura que forma el piso de la cabina.

3.1.33 Rueda. Rueda, con ranuras en su circunferencia y móvil alrededor de un eje, que soporta y guía los cables de acero.

(Continúa)

3.1.34 *Pozo*. Estructura o recinto que rodea a la cabina en su recorrido y aloja a las guías, cabina, pistones, elementos de seguridad, contrapeso y determinados equipos en su interior y extremos.

3.1.35 *Puerta*. Conexión eléctrica que evita que opere un dispositivo de seguridad o permite unir puntos de un circuito eléctrico.

3.1.36 *Puerta de cabina*. Partes móviles de la cabina que permiten el ingreso o salida de los pasajeros a/de ésta.

3.1.37 *Puerta de piso*. Partes móviles que permiten el acceso y/o salida a la cabina o al/del pozo en cada piso.

3.1.38 *Quilic*. Elemento metálico sobre el que pueden descansar las puertas de piso o cabina y que sirve como guía para el desplazamiento de las mismas.

3.1.39 *Recorrido*. Distancia entre los niveles de las paradas terminales superior e inferior de un ascensor.

3.1.40 *Resistencia al fuego*. Medida del tiempo transcurrido durante el cual un material se expone al fuego y mantiene sus características bajo condiciones específicas de prueba. Propiedad de un material para rechazar al fuego o dar protección de él.

3.1.41 *Sala de máquinas*. Local donde se halla la máquina, el tablero de control y otros dispositivos exclusivamente de ascensores, no integrados al pozo.

3.1.42 *Subrecorrido*. Distancia entre el nivel del piso terminado de la última parada superior y la parte inferior de la tapa del pozo o el elemento soportante de éste.

3.1.43 *Trifásico*. Sistema de tres corrientes eléctricas alternadas e iguales procedentes de la misma fuente y desplazadas en el tiempo, cada una de la otra, en un tercio del período (120°).

3.1.44 *Velocidad nominal*. Velocidad de la cabina para la que ha sido construido el ascensor y para la cual el fabricante garantiza el funcionamiento normal.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 Los ascensores se clasifican en las siguientes clases, de acuerdo al uso que tienen:

4.1.1 *Clase I*. Ascensores diseñados para el transporte de personas.

4.1.2 *Clase II*. Ascensores diseñados principalmente para el transporte de personas pero en los cuales también se puede transportar carga.

4.1.3 *Clase III*. Ascensores diseñados para propósitos de cuidado de la salud, incluyendo hospitales y clínicas.

4.1.4 *Clase IV*. Ascensores diseñados principalmente para el transporte de carga acompañados generalmente de personas.

4.1.5 *Clase V*. Ascensores de servicio.

4.1.6 *Clase VI*. Ascensores especialmente diseñados para servir a edificios con tráfico intenso (velocidades mayores a 2,5 m/s).

(Continúa)

6. DISPOSICIONES GENERALES

6.1 Pozo

6.1.1 El diseño y construcción del pozo debe garantizar que tan solo las personas debidamente autorizadas puedan ingresar a éste para realizar trabajos netamente de instalación, ajuste, inspección, reparación, mantenimiento o modernización del ascensor.

6.1.2 El pozo debe tener los elementos rígidos que permitan el correcto anclaje y sujeción de las guías de cabina, contrapeso y/o pistón que garanticen la alineación y reacción sobre los puntos de apoyo, salvo el caso que el ascensor disponga de su propia estructura autosoportante.

6.1.3 El pozo debe disponer de un sobrecorrido, con una altura suficiente, para tener el espacio mínimo de seguridad entre el techo de la cabina y la parte inferior de la sala de máquinas o tapa.

6.1.4 El foso debe disponer de una profundidad suficiente para dar el espacio mínimo de seguridad entre la parte inferior del carro y el nivel inferior del pozo, de manera tal de alojar a los amortiguadores.

6.1.5 Al pozo del ascensor se debe proveer de los medios o sistemas que eviten la acumulación de humos o gases calientes en caso de incendio.

6.1.6 Se prohíbe ubicar dentro del pozo a elementos, accesorios y materiales de naturaleza ajena a los ascensores. El foso debe mantenerse permanentemente limpio y no se permite que se lo utilice como depósito de basura.

6.1.7 Entre pozos de ascensores adyacentes, en los cuales no existan paredes divisorias que separen un pozo de otro, debe existir una separación en la parte inferior del foso (malla o pared) con altura mínima de 2,5 m.

6.1.8 El foso debe ser construido con materiales impermeabilizantes y debe disponer de sistemas de drenaje que impidan la acumulación de agua.

6.1.9 En cada foso se debe ubicar un interruptor que permita abrir el circuito de seguridades.

6.1.10 El fondo del foso debe ser construido para soportar y garantizar las cargas y reacciones establecidas por el fabricante del ascensor.

6.1.11 No deben existir en el pozo y foso elementos constructivos estructurales o de cualquier otra naturaleza que impidan la correcta instalación y operación de los distintos dispositivos de los ascensores.

6.1.12 Las paredes del pozo deben ser pintadas (blanqueadas) para facilitar los trabajos de instalación y mantenimiento.

6.2 Guías y amortiguadores

6.2.1 En toda instalación de ascensores se deben proveer las guías de carro y contrapeso para garantizar el movimiento vertical. Tales guías deben cumplir con las especificaciones técnicas correspondientes del fabricante.

6.2.2 La alineación de guías y el acoplamiento entre guías debe garantizar que el carro no sufra movimientos transversales bruscos.

6.2.3 Todo ascensor debe tener en el foso o en la parte inferior del carro y/o contrapeso, amortiguadores ya sean hidráulicos o de resorte, dependiendo de las características de los equipos.

6.2.4 Los amortiguadores deben sujetarse en tal forma que garanticen que los mismos no se desplacen de las ubicaciones establecidas por los fabricantes.

(Continúa)

5.8.11 Se debe colocar, sobre el volante del motor o cerca del mismo, la indicación del sentido de desplazamiento del carro.

5.9 Dispositivos de Seguridad

5.9.1 Los dispositivos de seguridad de los ascensores pueden ser de tipo:

- a) mecánico,
- b) eléctrico, o
- c) electrónico.

5.9.2 Todo ascensor debe estar provisto de paracaídas en el carro.

5.9.3 Los ascensores deben tener un sistema limitador de velocidad, el cual debe estar completo y operando de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

5.9.4 Cuando el foso está ubicado por encima de locales con acceso a personas y vehículos, el contrapeso debe, también, ir provisto de un paracaídas.

5.9.5 Todo ascensor debe tener interruptores de límites de carrera tanto superiores como inferiores, sin permitir defecto alguno en su funcionamiento.

5.9.6 Debe colocarse un interruptor fin de carrera con el objetivo de detener el movimiento ascendente de la cabina (Interruptor de límite superior).

5.9.7 Debe colocarse un interruptor fin de carrera con el objetivo de detener el movimiento descendente de la cabina (Interruptor de límite inferior).

5.9.8 Se deben colocar interruptores de protección en los extremos del recorrido, debidamente distanciados, de tal manera que el segundo opere si el primero no se acciona, o que un tercero opere si el segundo no se acciona y así sucesivamente o un sistema equivalente que garantice la desconexión del ascensor cuando este sobrepase los niveles de sus pisos extremos.

5.9.9 Cuando se abre el circuito de seguridades, esto debe producir el corte de alimentación de energía eléctrica al motor y la aplicación inmediata del freno.

5.9.10 Los interruptores deben actuar en el sobrecorrido antes de que el contrapeso choque con sus amortiguadores y en el foso antes de que el carro choque con sus amortiguadores.

5.9.11 En caso de accionamiento del seguro contra caídas del carro o del contrapeso, un mecanismo montado sobre el mismo, debe provocar el corte del circuito de seguridades, cuando más tarde, en el momento de su accionamiento.

5.9.12 Se debe proveer de un dispositivo de operación en la parte superior de la cabina para hacer funcionar el ascensor durante el ajuste, la inspección, el mantenimiento y las reparaciones.

5.9.13 La acción del limitador de velocidad debe producir el corte de seguridades antes o al mismo tiempo de accionar el paracaídas.

5.9.14 Las seguridades instaladas en las puertas de piso y cabina del ascensor deben impedir el viaje cuando estas se abran, de acuerdo a lo que establece el numeral 5.3.

5.9.15 Los motores del ascensor deben estar protegidos mediante dispositivos adecuados contra corrientes eléctricas excesivas, sobrecalentamientos, sobrecargas o cortocircuitos.

5.9.16 Cuando la máquina de tracción se detenga deben actuar inmediatamente el freno.

5.9.17 Toda instalación eléctrica y electrónica de los ascensores debe estar debidamente protegida y conectada adecuadamente a un nivel de tierra.

(Continúa)

5.9.18 Todo ascensor debe contar con amortiguadores de carro, cuya función es reducir el impacto de éste cuando el ascensor supera la parada inferior.

5.9.19 Todo ascensor debe contar con amortiguadores, cuya función es reducir el impacto de éste cuando el ascensor supera la parada superior, salvo el caso de ascensores hidráulicos.

5.9.20 Cuando un ascensor está en reparación, queda terminantemente prohibida su operación para el público.

5.9.21 En caso de daño de un limitador de velocidad, el ascensor no debe funcionar para el público hasta que se proceda a su reparación o reemplazo.

5.9.22 Debajo de los quicios de las puertas de cabina y de piso, todo ascensor debe tener una lámina de acero (faldón) para proteger a los pasajeros que tratan de salir o entrar de la cabina cuando ésta se halla fuera de nivel.

5.9.23 Todo ascensor tipo montacamillas debe estar provisto de un dispositivo de sobrecarga que garantice que el ascensor no opere cuando la carga sobrepase la nominal.

5.10 Controles

5.10.1 Los controles pueden ser del tipo electrónico, electromagnético o mixto.

5.10.2 La ubicación del control debe ser tal que el operador pueda observar el movimiento de la máquina cuando se realicen tareas de ajuste, reparación, inspección o mantenimiento.

5.10.3 Los fusibles o disyuntores del motor deben tener la capacidad adecuada, de acuerdo a sus especificaciones técnicas, y no deben encontrarse puenteados.

5.10.4 El conjunto de cables internos de un control debe estar perfectamente organizado y no se permiten empalmes intermedios.

5.10.5 Dentro del control las bobinas, tarjetas electrónicas, fusibles, relés, contactores, etc., deben estar plenamente identificados.

5.10.6 Todo control debe tener un disyuntor que corte la energía eléctrica.

5.10.7 Todo ascensor debe tener un disyuntor principal en la sala de máquinas que permita desconectar la alimentación de energía eléctrica al ascensor. En caso de que la alimentación sea trifásica o bifásica se debe utilizar un disyuntor que corresponda a cada caso.

5.10.8 En el control no se permiten conexiones rotas, resistencias desajustadas o rotas, contactos inadecuados o desgastados, resortes desgastados o contactos sin platinas ni circuitos de seguridad puenteados.

5.10.9 No se permite que en los controles existan bobinas con sobrecalentamiento, circuitos abiertos o en cortocircuito, contactores o relés en mal estado.

5.10.10 Cada control debe ser identificado con su respectiva máquina y su disyuntor principal.

5.10.11 Todo control debe estar conectado a tierra.

5.10.12 Todo control debe estar anclado y fijado a una pared o al piso.

5.11 Botoneras e indicadores

5.11.1 Las botoneras deben estar ubicadas de manera que estén al alcance del usuario.

(Continúa)

6.11.2 No se permite que las botoneras se encuentren rotas o sus elementos internos expuestos.

6.11.3 Los Indicadores de posición deben encontrarse en condiciones óptimas de funcionamiento.

6.11.4 Toda botonera debe tener una luz de registro que indique que la llamada ha sido aceptada.

6.11.5 La cabina debe tener un botón pulsador que acciona los timbres de alarma colocados en la parte exterior del carro y en la conserjería, o en el sitio que se considere más conveniente.

6.11.6 En los paneles de operación y botoneras deben encontrarse en buen estado de funcionamiento los siguientes elementos:

- a) alarma de cabina, y
- b) botón de apertura de puertas.

6.12 Instalaciones eléctricas

6.12.1 Solamente aquellos conductores relacionados directamente con el ascensor y sus instalaciones se permiten dentro del pozo.

6.12.2 Todos los conductores eléctricos que se encuentren dentro del pozo deben estar correctamente fijados y dispuestos para evitar que ocurran cortocircuitos o roturas por el movimiento del ascensor.

6.12.3 Los conductores deben estar diseñados y utilizados de manera que garanticen la correcta demanda de energía eléctrica para los ascensores.

6.12.4 En el tablero principal de distribución del edificio debe existir un disyuntor que proteja la instalación eléctrica que alimenta al ascensor.

6.12.5 La alimentación eléctrica del ascensor debe ser de carácter exclusivo y debe tener su propio medidor. Ningún otro servicio (bombas, iluminación, servicios eléctricos generales, etc.) se compartirá en este circuito.

6.12.6 Cualquier conexión eléctrica entre conductores debe hacerse a través de conectores y borneras.

6.12.7 No se permiten conexiones eléctricas flojas ni rotas.

6.12.8 En caso de ser necesarios empalmes intermedios, éstos deben realizarse por medios de cajas y terminales de conexión.

6.12.9 El cable viajero debe garantizar que los conductores que transmitan corriente alterna no interfieran con los conductores que transmitan corriente continua o con conductores que transmitan información digital.

6.12.10 Si en el mismo ducto que contiene conductores existen circuitos con diferente voltaje, todos los conductores deben tener el aislamiento necesario especificado para el voltaje más alto.

6.12.11 El constructor debe proveer, dentro del pozo, una instalación de iluminación y tomas de fuerza, de las características que el representante del fabricante requiera, lo que garantizará las operaciones de montaje, ajuste, mantenimiento y reparación.

6.12.12 Toda instalación eléctrica debe tener las fases, tierra y neutro separados desde el tablero de distribución.

6.12.13 En sala de máquinas debe existir, por lo menos, una toma de fuerza polarizada, que permita los trabajos de montaje, ajuste, mantenimiento y reparación dentro de esta área.

(Continúa)

PLANOS