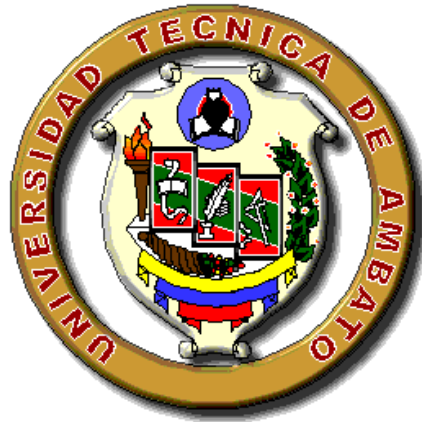


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TEMA: “SISTEMAS DE ELEVACIÓN PARA EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS CERÁMICOS EN LA EMPRESA NOVEL DE LA CIUDAD DE LATACUNGA Y SU INCIDENCIA EN EL NIVEL DE PRODUCCIÓN”

AUTOR: YESENIA MARIBEL CHASI CAJAS

TUTOR: ING. JUAN CORREA

AMBATO – ECUADOR

2014

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema: “SISTEMAS DE ELEVACIÓN PARA EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS CERÁMICOS EN LA EMPRESA NOVEL DE LA CIUDAD DE LATACUNGA Y SU INCIDENCIA EN EL NIVEL DE PRODUCCIÓN”, desarrollado por la Señorita Yesenia Maribel Chasi Cajas, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrea de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe ha sido revisado minuciosamente y reúne los requisitos suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal examinador designado por el Consejo Directivo de esta Facultad.

Ambato, Abril del 2014

EL TUTOR

.....
Ing. Juan Correa

AUTORÍA

El contenido de la presente investigación desarrollada bajo el tema “SISTEMAS DE ELEVACIÓN PARA EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS CERÁMICOS EN LA EMPRESA NOVEL DE LA CIUDAD DE LATACUNGA Y SU INCIDENCIA EN EL NIVEL DE PRODUCCIÓN”, así como las opiniones e ideas vertidas, comentarios de resultados y análisis son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Abril del 2014

.....
Egda. Yesenia Maribel Chasi Cajas

C.I.: 050305884-4

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico principalmente a Dios quién ha sido el mejor baluarte en mi vida, él me ha dado fe, fortaleza y salud para continuar cuando a punto de caer estado.

A mis padres que hicieron todo para alcanzar mis metas; motivándome y dándome la mano cuando sentía que el camino se terminaba, siendo el pilar más importante, brindándome su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias y opiniones.

A mi hermano que siempre ha estado junto a mí apoyándome en los momentos difíciles.

A mi hija Kristie Chasi quien ha sido motivo de superación día a día.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

Yesenia Chasi

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme sabiduría para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mis padres, que con su ejemplo me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar hasta alcanzar mis metas.

Al Ing. Juan Correa, director de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento en la ejecución del presente estudio.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto

Yesenia Chasi

ÍNDICE GENERAL

PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN	II
AUTORÍA.....	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
INDICE GENERAL.....	VI
INDICE DE FIGURAS.....	XIII
INDICE DE TABLAS	XV
RESUMEN EJECUTIVO	XVIII
EXECUTIVE SUMMARY	XIX

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I

1 EL PROBLEMA

1.1 TEMA.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO	2
1.2.3 PROGNOSIS	3
1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES	4
1.2.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2.6.1 DELIMITACIÓN DE CONTENIDO	4
1.2.6.2 DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	4
1.2.6.3 DELIMITACIÓN TEMPORAL	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	5
1.4 OBJETIVOS	5

1.4.1 OBJETIVO GENERAL	5
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	7
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	8
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL	8
2.4 RED DE CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	14
2.4.1 INGENIERÍA MECÁNICA	15
2.4.2 DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS	15
2.4.2.1 ACERO	15
a Ventajas del acero como material	15
b Propiedades de Aceros Estructurales	16
2.4.2.2 CARGAS	17
a Cargas Vivas	18
b Cargas Muertas	18
2.4.2.3 COLUMNAS	18
a Propiedades de la sección transversal de una columna	18
b Fijación de un extremo	18
c Longitud Efectiva	19
d Relación de Esbeltez	20
e Constante de la Columna	20
f Análisis de la Columna	20
f.1 Fórmula de Euler (Columna Larga)	20
f.2 Fórmula del Structural Stability Research Council	21
f.3 Carga Permisible	21
2.4.2.4 VIGA	21
a Condiciones de Equilibrio	22
b Momento flector máximo	22

c	Esfuerzo Permissible.....	23
d	Mòdulo de secci3n requerido	24
2.4.3	SISTEMAS DE ELEVACI3N	24
2.4.3.1	CLASIFICACI3N GENERAL DE LOS ASCENSORES	24
a	Ascensores tipo columna.....	25
b	Ascensores con estructura	27
c	Ascensores suspendidos	28
2.4.3.2	MECANISMOS DE TRANSMISI3N DE MOVIMIENTO	28
a	Polea.....	28
b	Engranajes	30
2.4.3.3	ORGANOS DE TRACCI3N (CABLES).....	31
a	Cables de C3ñamo.....	31
b	Cables Met3licos	31
2.4.3.4	SISTEMAS DE CONTROL	32
a	Control con Plc`s.....	32
b	Control con contactores	33
c	Microcontrolador.....	33
2.4.3.5	DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.....	34
2.4.4	PLANTAS INDUSTRIALES	38
2.4.5	ADMINISTRACI3N DE LA PRODUCCI3N	39
a	Estudio de M3todos.....	39
a.1	Cursograma.....	39
a.1.1	Cursograma Analitico.....	40
b	Estudio de Tiempos.....	41
b.1	Cronometraje.....	41
2.4.6	PRODUCCI3N.....	41
2.4.6.1	PRODUCTOS DE LA INDUSTRIA CER3MICAS NOVEL	41
2.4.6.2	DESCRIPCI3N DE LOS PRODUCTOS EN ESTUDIO.....	42
a	Dispensadores de Agua... ..	42
b	Accesorios de Ba3o.....	43
2.4.7	CAPACIDAD DE PRODUCCI3N	43

2.5	HIPÓTESIS.....	44
2.6	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	44

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA

3.1	ENFOQUE.....	45
3.2	MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	45
3.2.1	INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....	45
3.2.2	INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA	45
3.2.3	INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL.....	46
3.2.4	INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL	46
3.3	TIPO DE INVESTIGACIÓN	46
3.3.1	EXPLORATORIA.....	46
3.3.2	DESCRIPTIVA	46
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	47
3.4.1	POBLACIÓN.	47
3.4.2	MUESTRA	47
3.5	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	48
3.5.1	VARIABLE INDEPENDIENTE.	48
3.5.2	VARIABLE DEPENDIENTE.	49
3.6	PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	50
3.7	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	50
3.7.1	PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.	50
3.7.2	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	51

CAPÍTULO IV

4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	52
4.4.1	Parámetro para la Evaluación de Alternativas	52
4.4.1.1	Costo.....	52

4.4.1.2 Factibilidad de manufactura	52
4.4.1.3 Capacidad de carga.....	53
4.4.1.4 Tamaño	53
4.4.1.5 Mantenimiento.....	53
4.4.2 Método Ordinal Corregido.....	53
4.4.3 Selección del Sistema de Evaluación.....	54
4.4.3.1 Alternativa 1: Ascensor tipo columna	54
4.4.3.2 Alternativa 2: Ascensor con estructura	55
4.4.3.3 Alternativa 3: Ascensor suspendido	56
4.4.4 Valoración de parámetros para la selección de Alternativas	57
4.4.4.1 Menor costo	58
4.4.4.2 Manufactura.....	58
4.4.4.3 Capacidad de carga.....	59
4.4.4.4 Tamaño	60
4.4.4.5 Mantenimiento.....	60
4.4.5 Sumatoria de laValoración de parámetros	61
4.4.6 Selección del Mecanismo	62
4.4.6.1 Alternativa 1: Polea	62
4.4.6.2 Alternativa 2: Engranaje.....	63
4.4.7 Valoración de parámetros para la selección del Mecanismo	64
4.4.7.1 Menor costo	64
4.4.7.2 Confiabilidad	65
4.4.7.3 Mantenimiento.....	66
4.4.8 Sumatoria de laValoración de parámetros	66
4.4.9 Selección del Sistema de Control	67
4.4.9.1 Alternativa 1: Plc	67
4.4.9.2 Alternativa 2: Contactor	68
4.4.9.3 Alternativa 3: Microcontrolador.....	69
4.4.10 Valoración de parámetros para la selección del Mecanismo	70
4.4.10.1 Seguridad.....	71
4.4.10.2 Bajo Costo	72

4.4.10.3	Confiabilidad	73
4.4.10.4	Fácil Manejo	73
4.4.10.5	Mantenimiento.....	74
4.4.11	Sumatoria de la Valoración de parámetros	75
4.4.12	Análisis de Tiempo	75
4.4.12.1	Cursograma Analítico.....	75
4.4.13	Cálculo del tiempo de transporte manualmente y la capacidad de producción.....	79
4.4.13.1	Dispensadores de agua	79
4.4.13.2	Accesorios de baño.....	79
4.4.14	Cálculo del tiempo de transporte y la capacidad de producción implementando el Ascensor con Estructura.....	80
4.4.14.1	Dispensadores de agua	84
4.4.14.2	Accesorios de baño.....	84
4.2	INTERPRETACIÓN DE DATOS	85
4.2.1	Análisis de los Tipos de Sistema de Elevación	85
4.2.2	Evaluación del Nivel de Producción.....	85
4.3	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	86

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES	88
5.1	RECOMENDACIONES	89

CAPÍTULO VI

6 PROPUESTA

6.1	DATOS INFORMATIVOS	91
6.2	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	92
6.3	JUSTIFICACIÓN	92

6.4	OBJETIVOS	93
6.5	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	93
6.6	FUNDAMENTACIÓN	93
6.6.1	GENERACIÓN DE LA ESTRUCTURA	94
6.6.2	LIMITACIONES FÍSICAS.....	94
6.6.3	CONDICIONES DE EMPOTRAMIENTO	94
6.6.4	ESQUEMA DE LA PROPUESTA DE DISEÑO	95
6.6.5	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA	95
6.6.5.1	Propiedades mecánicas del Acero ASTM	95
6.6.5.2	Determinación de la carga	96
6.6.5.3	Cálculo del perfil de las columnas	97
a	Cálculo de la relación de esbeltez	97
b	Cálculo de la constante de la Columna (Cc), que establecerá si la columna es larga o corta.....	99
6.6.5.4	Cálculos de la viga principal	101
a	Cálculo de las reacciones en la viga.....	101
b	Cálculo del momento flector máximo.....	102
c	Cálculo del esfuerzo permisible	103
d	Cálculo del módulo de sección requerido	103
6.6.5.5	Cálculos de las guías y selección de los perfiles	105
a	Cálculo de guías de la cabina	105
b	Cálculo de guías del contrapeso.....	110
6.6.5.6	Selección de perfiles para los arriostramientos	112
6.6.5.7	Selección de perfiles para la cabina	116
6.6.5.8	Peso de la cabina	119
6.6.5.9	Peso del contrapeso	124
6.6.5.10	Selección del motor	124
6.6.5.11	Cálculo de los cables de tracción	127
6.6.5.12	Cálculo de la polea tractora	128
a	Presión específica sobre las gargantas de la polea	130
b	Adherencia de los cables.....	132

b.1 Cabina cargada.....	133
b.2 Cabina descargada.....	135
6.6.5.13 Cálculo de las poleas de cabina.....	136
6.6.5.14 Diseño de los amortiguadores de la cabina.....	137
6.6.5.15 Procedimiento para el análisis estructural mediante un Software.....	148
A Diseño de la estructura.....	148
A.1 Detalle de los elementos.....	154
A.1 Conclusiones del diseño.....	156
B Procedimiento para el análisis estático para determinar el factor de seguridad.....	156
B.1 Estructura.....	156
B.2 Amortiguadores de la cabina.....	161
B.3 Polea tractora de la cabina.....	162
C Procedimiento de la animación del funcionamiento.....	162
6.7 Administración.....	166

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Valor k para la longitud efectiva.....	19
Figura 2.2 Ascensor tipo columna.....	27
Figura 2.3 Ascensor con estructura.....	27
Figura 2.4 Ascensor suspendido.....	28
Figura 2.5 Polea Fija.....	29
Figura 2.6 Polea Móvil.....	29
Figura 2.7 Polipasto.....	30
Figura 2.8 Engranaje.....	30
Figura 2.9 Esquema de un cable o soga de cáñamo.....	31
Figura 2.10 Cable metálico.....	32
Figura 2.11 Plc´s.....	33
Figura 2.12 Contactor.....	33
Figura 2.13 Microcontrolador.....	34

Figura 2.14 Elementos y dispositivos de un Ascensor.....	38
Figura 2.15 Dispensadores de Agua.....	42
Figura 2.16 Accesorios de Baño	43
Figura 4.1 Ascensor tipo columna	55
Figura 4.2 Ascensor con estructura.....	56
Figura 4.3 Ascensor suspendido	57
Figura 4.4 Polea	62
Figura 4.5 Engranaje	63
Figura 4.6 Plc's.....	68
Figura 4.7 Conatctor.....	69
Figura 4.8 Microcontralador	70
Figura 4.9 Capacidad de Producción	86
Figura 6.1 Dimensiones de la base.....	94
Figura 6.2 Esquema del ascensor.....	95
Figura 6.3 Valor K para la longitud efectiva.....	98
Figura 6.4 Representación gráfica con la carga puntual.....	101
Figura 6.5 Perfil T para guías de ascensores (Cotas).....	106
Figura 6.6 Esquema de tensiones sobre el motor de tracción	125
Figura 6.7 Perfiles de gargantas más utilizados	129
Figura 6.8 Garganta de polea semicircular desfondada	130
Figura 6.9 Fuerza ejercida sobre el amortiguador de la cabina.....	139
Figura 6.10 Criterio de pandeo para resortes	147
Figura 6.11 Estructuras definidas por el Nuevo modelo.....	148
Figura 6.12 Seteo de la grilla de la estructura.....	149
Figura 6.13 Asignación de columnas, arriostramientos y vigas	149
Figura 6.14 Asignación de materilaes para elementos del pórtico.....	150
Figura 6.15 Visualización en 3D de la asignación de materiales para elementos	150
Figura 6.16 Aplicación de las fuerzas	151
Figura 6.17 Vista isométrica de la estructura con la aplicación de las fuerzas....	151
Figura 6.18 Análisis de la estructura.....	152
Figura 6.19 Datos presentados por la opción RUN ANALYSIS.....	152

Figura 6.20 Verificación de la deformación de la estructura (Vista Isométrica).	153
Figura 6.21 Visualización de la estructura en 3D	153
Figura 6.22 Verificación de la estructura mediante la convección de colores	154
Figura 6.23 Viga	154
Figura 6.24 Columnas	155
Figura 6.25 Arriostramientos	155
Figura 6.26 Modelo estructural	156
Figura 6.27 Nuevo estudio de la estructura.....	157
Figura 6.28 Estudio estático de la estructura	157
Figura 6.29 Selección del material de la estructura	158
Figura 6.30 Aplicación de las sujeciones en la estructura	158
Figura 6.31 Aplicación de las cargas en la estructura.....	159
Figura 6.32 Análisis de los esfuerzos que está sometida la estructura.....	159
Figura 6.33 Selección del trazado. Factor de seguridad	160
Figura 6.34 Factor de seguridad de la estructura	160
Figura 6.35 Factor de seguridad del amortiguador de la cabina	161
Figura 6.36 Factor de seguridad de la polea tractora de la cabina	162
Figura 6.37 Ensamble del modelo.....	163
Figura 6.38 Eliminación de las relaciones de posición que impidan el movimiento de la animación.....	163
Figura 6.39 Determinación del tiempo de la animación	164
Figura 6.40 Definición del primer movimiento de la cabina	164
Figura 6.41 Definición del movimiento del contrapeso.....	165
Figura 6.42 Definición de los siguientes movimientos.....	165

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Propiedades de los Aceros Estructurales	16
Tabla 2.2 Vigas de Eje Recto Isostático.....	22
Tabla 2.3 Simbología de las Actividades	40
Tabla 3.1 Operacionalización de la variable independiente.....	48

Tabla 3.2 Operacionalización de variable dependiente.....	49
Tabla 4.1 Valoración de los parámetros para la selección de alternativas.....	57
Tabla 4.2 Menor costo.....	58
Tabla 4.3 Manufactura	59
Tabla 4.4 Capacidad de carga	59
Tabla 4.5 Tamaño.....	60
Tabla 4.6 Mantenimiento.	61
Tabla 4.7 Sumatoria de la valoración de parámetros	61
Tabla 4.8 Valoración de los parámetros para la selección de alternativas.....	64
Tabla 4.9 Menor costo.....	65
Tabla 4.10 Confiabilidad.....	65
Tabla 4.11 Mantenimiento	66
Tabla 4.12 Sumatoria de la valoración de parámetros	66
Tabla 4.13 Valoración de los parámetros para la selección de alternativas.....	71
Tabla 4.14 Seguridad	72
Tabla 4.15 Bajo Costo.....	72
Tabla 4.16 Confiabilidad.....	73
Tabla 4.17 Fácil manejo.....	74
Tabla 4.18 Mantenimiento	74
Tabla 4.19 Sumatoria de la valoración de parámetros	75
Tabla 4.20 Cursograma Analítico de los dispensadores de agua.....	76
Tabla 4.21 Cursograma Analítico de los accesorios de baño.....	77
Tabla 4.22 Resumen del Cursograma Analítico de los dispensadores de agua	78
Tabla 4.23 Resumen del Cursograma Analítico de los accesorios de baño.....	78
Tabla 4.24 Cursograma Analítico de los dispensadores de agua (Ascensor con Estructura).....	82
Tabla 4.25 Cursograma Analítico de los accesorios de baño (Ascensor con Estructura).....	83
Tabla 4.26 Capacidad de Producción.....	86
Tabla 6.1 Datos generales dela propuesta	91
Tabla 6.2 Propiedades mecánicas del acero ASTM.....	96

Tabla 6.3 Medidas para perfiles de guías tipo.....	106
Tabla 6.4 Datos técnicos del cable tipo Seale 8x19(9+9+1)+1textil.	128
Tabla 6.5 Terminaciones del resorte	145
Tabla 6.6 Costo	166

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA	167
LINCOGRAFÍA.....	168
ANEXOS.....	169
ANEXO A.....	170
Anexo A-1 Perfil de las columnas	171
Anexo A-2 Perfil de las vigas	172
Anexo A-3 Coeficiente de aumento de cargas de acero para 370 MPa.....	173
Anexo A-4 Coeficiente de aumento de cargas de acero para 520 MPa.....	174
Anexo A-5 Guías “T” para ascensores.....	175
Anexo A-6 Ángulos para arriostramientos	176
Anexo A-7 Perfiles para la cabina	177
Anexo A-8 Cables de tracción para diferentes aplicaciones.....	178
Anexo A-9 Cable de acero alma de fibra	179
Anexo A-10 Tipos de polea tractora	180
Anexo A-11 Cable limitador de velocidad.....	181

RESUMEN EJECUTIVO

“SISTEMAS DE ELEVACIÓN PARA EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS CERÁMICOS EN LA EMPRESA NOVEL DE LA CIUDAD DE LATACUNGA Y SU INCIDENCIA EN EL NIVEL DE PRODUCCIÓN”.

Autor: Yesenia Maribel Chasi Cajas

Tutor: Ing. Juan Correa

Fecha: 15 de Abril de 2014

La presente investigación consiste en el estudio de sistemas de elevación para productos cerámicos en la empresa “Novel” de la ciudad de Latacunga, adicionalmente tiene como finalidad disminuir el tiempo de transporte y aumentar el nivel de producción.

Se realizaron investigaciones previas de campo para observar y recolectar toma de tiempos que fueron registrados en Cursogramas Analíticos y Diagramas de Recorrido, con estos resultados se efectúa la investigación del mejoramiento de la producción tanto con el transporte manual como el de elevación.

Utilizando el método ordinal corregido de criterios ponderados se selecciona el sistema de elevación que mejor cumpla con los requerimientos planteados: costo, factibilidad de manufactura, capacidad de carga, tamaño y mantenimiento, para mejorar el transporte y producción de cerámicos.

Finalmente se realizan los cálculos estructurales y diseño de los diferentes componentes en función a la carga que debe elevar y los esfuerzos a los que están sometidos en su funcionamiento habitual.

MECHANICAL ENGINEERING

"EVALUTION SYSTEMS FOR TRANSPORT OF CERAMIC PRODUCTS IN THE NOVEL COMPANY FROM LATACUNGA CITY AND ITS IMPACT ON THE LEVEL OF PRODUCTION"

Author: Yesenia Maribel Chasi Cajas

Tutor: Ing. Juan Correa

Date: April 15, 2014

This research is the study of evaluation systems for ceramic products in the company "Novel" city of Latacunga, further it aims to reduce travel time and increase the level of production.

Previous investigations to observe and collect decision times were recorded in Analytical Course Programs and Circuit Diagrams, with those results of the research production enhancement is performed both manual and lifting.

Using the corrected method of weighted ordinal criteria lifting system that best meet the requirements set: cost, manufacturing feasibility, capacity of load, size and maintenance, to improve transportation and production of ceramic.

Finally the structural calculations and design of the different components according to the load to be lifted and the efforts to which they are subjected in their normal operation are performed.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA

“SISTEMAS DE ELEVACIÓN PARA EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS CERÁMICOS EN LA EMPRESA NOVEL DE LA CIUDAD DE LATACUNGA Y SU INCIDENCIA EN EL NIVEL DE PRODUCCIÓN”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

En un mundo de competencias globalizadas, muchos son los factores a tomar en cuenta para lograr altos niveles de productividad; la reducción de costos es la meta más generalizada de las empresas que buscan cada vez más caminos hacia el incremento de productividad y en las que es ya difícil lograr verdaderas ventajas competitivas. Los factores que conllevan a esta reducción de costos cuando se ha llegado a un máximo de estandarización, tiene que ver con el arreglo de la planta, pues se puede apreciar casos en los que barreras para la mejora de métodos y estandarización de procesos es la disposición de máquinas, recursos y materiales. Considerando que la transportación de los productos en una empresa afecta directamente a la reducción de costos y al incremento de productividad.

En el Ecuador la principal fuente de crecimiento económico es el incremento de la productividad, es imperiosa la necesidad de estimular este crecimiento, siendo la pequeña y mediana empresa las que se presentan como una vía para la

industrialización. Dentro de este sector de pequeñas y medianas empresas, el rubro artesanal en cerámicas es el que tiene las mayores posibilidades de crecimiento, por generar valor agregado, calidad de materia prima y mano de obra intensiva. La necesidad fundamental de transportar personas o bienes de un lugar a otro, abre la puerta a la creación de alternativas en el transporte vertical, con los sistemas de elevación.

Cerámica Novel no está al margen de esta realidad ya que es una pequeña empresa especializada en la fabricación de complementos cerámicos para el hogar como dispensadores de agua y accesorios para baño; las empresas de producción de cerámica en los últimos años se han enfrentado a muy duros problemas en las que han tenido que, cambiar su producción, cerrar líneas e iniciar con otras; por ese motivo los gerentes han visto la necesidad de poner más atención al transporte del producto en la planta ya que es un factor muy importante en el nivel de producción de la empresa.

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

La Empresa Cerámicas “Novel” a nivel nacional tiene una buena presencia en el mercado artesanal y de manera especial en la plaza de Ipiales de la ciudad de Quito donde concentra un gran porcentaje en ventas y se reconoce la calidad de sus cerámicas.

Dentro de lo observado y analizado se puede evidenciar que el nivel de producción de la empresa Cerámicas Novel es bajo, teniendo claro el problema, es necesario identificar las posibles causas con sus correspondientes efectos.

Los espacios muy reducidos impiden la labor normal de las personas, por temas de ergonomía, se requiere un espacio adecuado para desplazarse y realizar su actividad con total libertad, esto hace que el tiempo utilizado para cada proceso sea excesivo, produciendo cuellos de botella e impidiendo la circulación normal de la línea de producción.

La deficiencia en el diseño de la planta hace que las distintas áreas de producción no se comuniquen entre ellas, produciendo pérdida de tiempo al transportar el producto.

El estudio de sistemas de elevación facilitaría el trabajo del operario en el transporte del producto con las distintas áreas; de esta manera se incrementará el nivel de producción y disminuirá el tiempo empleado para ello.

1.2.3 PROGNOSIS

Cerámicas “Novel” tiene una visión a futuro muy desafiante; el cual es incrementar la producción, manteniendo la calidad; caso contrario no podrá llegar muy lejos, para esto el estudio que se realice en la planta de producción, ayudará a posicionarse en un mercado nacional, brindando a los consumidores productos con precios bajos, buena calidad y óptimo servicio al cliente.

Los cuellos de botella que se produzcan durante el proceso de transportación de los dispensadores cerámicos, podrían causar una baja en el nivel de producción, generando insatisfacción en el mercado por no llegar a cubrir la demanda del producto. Por lo cual se debería pensar en cómo afectará lo mencionado en el incremento de producción.

Para llegar a ser una empresa líder en la fabricación de productos de cerámica es necesario puntualizar la importancia de un estudio de sistemas de elevación; en el cual el rediseño en la planta que comunique las distintas áreas mejore el proceso de producción, evite cuellos de botella; llegando a obtener una mayor producción, pues existe una buena demanda en el mercado.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo influyen los sistemas de elevación en el nivel de producción en la Empresa de Cerámicas “Novel” de la ciudad de Latacunga?

1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Cuáles son los tipos de sistemas de elevación para el transporte de los productos cerámicos en la Empresa “Novel”?

¿El sistema de elevación generará mayor producción en la Empresa “Novel”?

¿Cuál será el sistema de elevación adecuado que permita aumentar la producción en la Empresa “Novel”?

1.2.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.6.1 DELIMITACIÓN DE CONTENIDO

El estudio de los sistemas de elevación para la producción está delimitado a las Áreas de:

- Diseño de Elementos de Máquinas I y II
- Máquinas Eléctricas
- Sistemas de medición y control

1.2.6.2 DELIMITACIÓN ESPACIAL

Se realizará un estudio sobre los sistemas de elevación para el transporte de dispensadores cerámicos en la Empresa “Novel” cuyo gerente general es el Ingeniero Jaime Eduardo Guevara Vizuite en la Provincia de Cotopaxi, ciudad de Latacunga.

1.2.6.3 DELIMITACIÓN TEMPORAL

El estudio de sistemas de elevación para el transporte de cerámicas en la Empresa “Novel” se realizará en el período de Julio del año 2013 a Julio del año 2014.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La empresa Cerámica Novel es una organización empresarial con tradición y prestigio en la línea de cerámicas en la ciudad de Latacunga, la misma que inició sus actividades como un pequeño taller artesanal donde los principales problemas en la distribución física y organizacional, surge cuando estos estudios son realizados sin demasiada importancia, ignorando los objetivos y metas a mediano y largo plazo, por lo general se diseñan distribuciones para las condiciones de inicio, sin embargo a medida que la organización crece y se producen cambios, estas se vuelven deficientes y conllevan a gastos y pérdidas acumulativas que se hacen muy difíciles de detener, ya que el costo de realizar un rediseño en la estructura física y organizacional suele ser demasiado grande.

El interés por realizar el proyecto de un sistema de elevación aplicable a dicha planta, se debe a la necesidad que tiene la empresa de transportar su producto de manera adecuada, para que exista la comunicación entre las áreas que se elabora el producto y se disminuya la pérdida de tiempo por parte del trabajador.

La ejecución de este proyecto permitirá aumentar el nivel de producción de la empresa, disminuyendo recurso humano, tiempo y costo de productividad.

Existe compromiso de la gerencia para desarrollar procesos de cambio en cuanto a tecnología, modelos y diseños, etc. Se busca estar un paso siempre adelante de la competencia, por lo cual constantemente se investiga (especialmente en sus procesos técnicos) y se incorpora nueva tecnología al proceso de producción en busca de mayor productividad y calidad.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar los sistemas de elevación y su influencia en el nivel de producción durante el transporte de dispensadores cerámicos y accesorios para baño en la Empresa de Cerámicas “Novel” de la ciudad de Latacunga.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los tipos de sistemas de elevación para el transporte de los productos cerámicos en la Empresa “Novel”
- Evaluar el nivel de producción en la Empresa “Novel”
- Proponer un sistema de elevación que permita aumentar la producción en la Empresa “Novel”?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Actualmente se cuenta con amplia información sobre sistemas de elevación, con el fin de optimizar los procesos dentro de la producción, elevando así la rentabilidad del mismo.

Chávez, D. & Terán, D. (2013) *Diseño y selección de los componentes de un ascensor panorámico que facilite la circulación vertical de personas discapacitadas en las instalaciones del nuevo campus de la ESPE-L*. Ciudad de Latacunga. Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico. Escuela Politécnica Nacional, concluyeron lo siguiente:

“Mediante las fuentes bibliográficas mencionadas, se ha determinado las características y especificaciones técnicas, básicas que han sido tomadas en cuenta en cada uno de sus detalles para el diseño y la selección de los componentes del ascensor”

En su estudio, Arriaga (2010) *Diseño de un elevador tipo tijeras para el mantenimiento automatizado*. Ciudad de Guayaquil. Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico. Escuela Superior Politécnica del Litoral, sugiere:

Diseñar una máquina elevadora de cajas de cambio de camiones que sea de utilidad para el mantenimiento automotriz, con el fin de disminuir el tiempo de montaje y desmontaje, el esfuerzo físico y daños que pueda sufrir la caja de cambios.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La presente investigación se fundamenta en el paradigma crítico propositivo; crítico por los cambios en los sistemas de elevación para el transporte y propositivo por cuanto disminuye el tiempo en los procesos de producción ayudando a la rentabilidad de la empresa.

Este enfoque permitirá una correcta identificación, interpretación, comprensión y explicación de las variables involucradas ya que este paradigma tiene la disposición a ceder cambios en cuanto a métodos y propicia la participación de los actores durante todo el proceso de estudio.

Se mantiene una visión de la realidad durante el transporte manual de los productos, utilizando un mayor tiempo de trabajo en el proceso, afectando a la salud del trabajador, de manera que es un tema favorable y de mucha importancia para el progreso de la empresa, personal de trabajo y el entorno en el cual se desenvuelven.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Dentro de la realización o análisis de este proyecto, también se debe tomar en cuenta la parte legal, es decir las instrucciones o lineamientos dados por diferentes instancias, a nivel local o nacional y también de manera internacional.

Es así que tenemos diversas normas y reglamentos que en el Ecuador se toman en cuenta para su aplicación en lo referente a la instalación de los sistemas de elevación que influyen en el desarrollo de un trabajo y que por ende se refleja en la productividad de la empresa:

- Norma Internacional ISO 4190/1 Edición 1984. Selección de ascensores de personas y montacargas para edificios residenciales.
- Norma Europea EN 81-1 Edición 1985. Normas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores de personas, montacargas. Parte I. Ascensores Eléctricos.
- Norma Europea EN 81-1 Edición 1985. Normas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores de personas, montacargas. Parte II. Ascensores Hidráulicos.

ORDENANZA MUNICIPAL #3746 DE LATACUNGA ASCENSORES Y ELEVADORES

Art. 82.- Ascensores.- Es obligatoria la instalación de ascensores en edificios cuya altura sea superior a cinco (5) pisos, que se considerará desde el subsuelo en caso de haberlo. Se exonera de esta obligación a las edificaciones existentes que acogidos a la zonificación vigente, presenten proyectos modificatorios o ampliatorios hasta seis (6) pisos incluido subsuelos.

En edificios de estacionamiento de más de tres plantas, incluyendo planta baja, deberán instalarse ascensores.

Art. 83.- Cálculo de los ascensores.- El número, capacidad y velocidad de los ascensores se calculará en función del tipo de edificación, del uso de suelo, estimación de la población, capacidad de transporte y tiempo de espera.

Art. 84.- Características generales de los ascensores.- En edificios públicos, el espacio para embarque y desembarque debe tener un área mínima de 1,50m x 1,50m. en condiciones simétricas y centradas a la puerta. En caso de que el ascensor tenga puertas batientes, la dimensión del espacio exterior frente al ascensor, se definirá por la posibilidad de inscribir un círculo de 1,20 m de diámetro en el área libre del barrido de la puerta. El piso de ingreso al ascensor

debe estar señalizado mediante pavimento texturizado con un área mínima de 1,2m x 1,20m.

El pozo de ascensores debe garantizar:

- Que tan sólo las personas debidamente autorizadas puedan ingresar a éste para realizar trabajos de instalación, inspección, reparación, mantenimiento o modernización del ascensor.
- El pozo del ascensor debe prever medios o sistemas que eviten la acumulación de humo o gases calientes en caso de incendio.
- Se prohíbe ubicar dentro del pozo elementos, accesorios y materiales de naturaleza ajena a los ascensores.
- El foso debe mantenerse permanentemente limpio y no puede ser utilizado como depósito de basura.
- 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 2,5m.
- El foso debe construirse o recubrirse con materiales impermeabilizantes y disponer de sistemas de drenaje que impidan la acumulación de agua.
- El fondo del foso debe ser construido para soportar y garantizar las cargas y reacciones establecidas por el fabricante del ascensor.
- 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.

La sala de máquinas debe:

- Mantenerse permanentemente limpia y no puede ser usada como depósito de basura, bodegaje y otros fines.
- No puede ser lugar de tránsito para acceder a otras áreas.
- Los accesos y sala de máquinas deben ser iluminados por uno o varios dispositivos eléctricos, instalados permanentemente.
- Deben estar ventiladas, garantizando la evacuación del calor emitido por el equipo, según las especificaciones técnicas del fabricante. Deben protegerse de vapores nocivos y humedad.
- La estructura será diseñada de acuerdo a las características requeridas por el fabricante.
- Se prohíbe dentro de la sala de máquinas, elementos, accesorios, materiales e instalaciones ajenos a los ascensores.

La cabina:

- El sistema operativo del ascensor no debe permitir que la puerta se abra mientras esté en movimiento y fuera de la zona y velocidad de nivelación.
- El sistema operativo del ascensor no debe permitir que éste arranque mientras la puerta de cabina se encuentre abierta.
- Las paredes, piso y techo deben encontrarse siempre en buen estado, sin presentar desgaste o deterioro excesivos.
- Todo ascensor debe poseer una alarma, la cual puede ser accionada por energía normal o por un sistema auto soportante.
- Toda cabina de ascensor debe tener iluminación adecuada e ininterrumpida durante el funcionamiento del elevador.

- Todo ascensor debe estar provisto de una fuente de energía recargable automática en caso de interrupción de la energía eléctrica regular.
- Las cabinas que tengan elementos de vidrio, como paredes o puertas, deben utilizar vidrios de seguridad.
- En la cabina no debe haber alarmas, ni dispositivos de seguridad sin operar, contactos de puertas puenteados, puertas que se arrastren o rocen, ni zapatas y rolletes de puertas desgastadas.
- Para permitir la salida de los pasajeros en el caso de parada imprevista, debe ser posible abrir o entreabrir manualmente la puerta de cabina.
- Todo ascensor debe mantener, en el lugar más visible, la placa en la que se establece la carga máxima que el elevador puede levantar, con letras de altura no menor a 6,5mm. En esta placa se indicará el número de pasajeros que puede transportar el ascensor y la marca de fábrica.
- Toda cabina panorámica que tenga sus paredes laterales o posteriores de vidrio, debe ser provista de un pasamano para protección del pasajero.
- Las dimensiones mínimas libres interiores de la cabina del ascensor deben ser 1,20m de fondo y 1,00m de ancho, para permitir alojar a una silla de ruedas y a un eventual acompañante. 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 1,20m x 1,40m. para permitir el libre giro de la silla de ruedas.
- Los tableros de control de ascensores y las instalaciones eléctricas, se instalarán de acuerdo a las específicas técnicas de cada fabricante.

Art. 85.- Montacargas.- Los elevadores de servicio, de carga y vehiculares cumplirán con todo lo especificado para ascensores en lo que les fuere aplicable, y además respetarán las siguientes condiciones:

- Dispondrán de acceso propio, independiente y separado de los pasillos, pasajes, o espacios para accesos a elevadores de pasajeros.
- No podrán usarse para transporte de pasajeros, a no ser sus propios operadores.
- Podrán desplazarse vertical y horizontalmente o de manera combinada.
- Los tipos no usuales de montacargas, además de cumplir las condiciones anteriores, deberán garantizar la absoluta seguridad de servicio.
- En el caso de edificaciones que alberguen más de 30 vehículos, y que únicamente solucionen el acceso vehicular con elevadores, se requerirán dos unidades como mínimo, para asegurar la salida vehicular en caso de mantenimiento o daño.

Art. 86.- Instalación y mantenimiento.- La instalación y mantenimiento de ascensores y montacargas deberá realizarse por personas naturales, jurídicas o empresas registradas en el Municipio de Latacunga a través de su respectiva licencia de funcionamiento, y calificadas por el Cuerpo Metropolitano de Bomberos.

La Municipalidad contará con el registro de las empresas calificadas para instalar y prestar el servicio de mantenimiento y será la encargada de conformar el inventario de edificaciones que cuentan con instalación de ascensores, y otorgará la certificación de instalación y mantenimiento de ascensores.

El mantenimiento de los ascensores debe ser preventivo o correctivo. El mantenimiento preventivo se lo debe realizar periódicamente, de acuerdo a las normas establecidas por el fabricante del ascensor. El mantenimiento correctivo por reparaciones o sustitución de piezas implica dejar fuera de servicio el ascensor hasta su reparación.

Cuando se lo requiera, la Municipalidad y el Cuerpo de Bomberos, podrán exigir al propietario o administrador del edificio, la presentación de la certificación actualizada del correcto mantenimiento; copia de la cual debe ser exhibida en la parte más visible del nivel principal de ingreso.

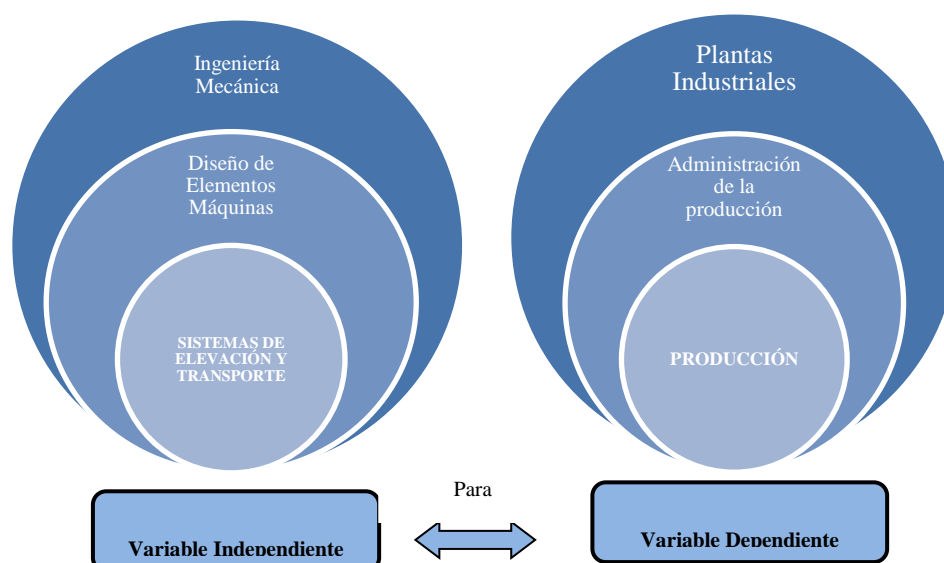
En todo ascensor sometido a mantenimiento debe colocarse, en la parte más visible de la cabina, una placa que contenga la marca de fábrica del ascensor, nombre de la empresa responsable del mantenimiento, teléfonos de emergencia.

Cuando se realice un trabajo de mantenimiento a ascensores, se debe colocar un letrero de por lo menos 10 por 30cm, en la parte más visible del nivel principal de ingreso, que indique “EL MANTENIMIENTO”, y por tanto fuera de servicio.

Si durante el servicio de mantenimiento se comprueba que una o más partes del ascensor no pueden ser reparadas, siendo necesaria su sustitución, ésta debe hacerse con piezas o repuestos nuevos, originales y genuinos.

Si por algún motivo la pieza a ser sustituida compromete la seguridad de los usuarios, el ascensor debe suspender su servicio al público, debiéndose colocar un letrero de por lo menos 10 por 30 cm. En la parte más visible del nivel principal de ingreso, que indique “FUERA DE SERVICIO”.

2.4 RED DE CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



2.4.1 INGENIERÍA MECÁNICA

Para Joseph Fourier, (2010) La Ingeniería Mecánica es la rama de la ingeniería que se dedica al estudio del diseño y construcción de elementos, máquinas, equipos y sistemas mecánicos para ponerlos al servicio de la humanidad, liberando al hombre del esfuerzo físico y dignificando su labor, para fomentar el desarrollo social y económico de la comunidad con su labor. La Ingeniería Mecánica analiza las necesidades y pone al servicio de ella los desarrollos de la “Ciencia universal”, traduciéndolos a los elementos, máquinas, equipos y sistemas, que presten un servicio adecuado, mediante el uso eficiente de los recursos disponibles.

2.4.2 DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Para Joseph Shigley, (1985) manifiesta que “Diseñar es formular un plan para satisfacer una necesidad.” (p.4). El diseño mecánico es el diseño de objetos y sistemas de naturaleza mecánica: piezas, estructuras, mecanismos, máquinas y dispositivos e instrumentos directos.

2.4.2.1 ACERO

El acero se define como una combinación de hierro y pequeñas cantidades de carbono, generalmente menos del 1%. También contiene pequeños porcentajes de algunos otros elementos.

a. Ventajas del acero como material estructural

El acero tienen las siguientes características:

- **Alta resistencia:** La alta resistencia del acero por unidad de peso implica que sea poco el peso de las estructuras; esto es de gran importancia en puentes de grandes claros, edificios altos y en estructuras con malas condiciones en la cimentación.

- **Uniformidad:** Las propiedades del acero no cambian apreciablemente con el tiempo, como es el caso de las estructuras de concreto reforzado.
- **Elasticidad:** El acero se acerca más en su comportamiento a las hipótesis de diseño que la mayoría de los materiales, gracias a que sigue la ley de Hooke hasta esfuerzos bastantes altos. Los momentos de inercia de una estructura de acero pueden calcularse exactamente, en tanto que los valores obtenidos para una estructura de concreto reforzado son relativamente imprecisos
- **Durabilidad:** Si el mantenimiento de las estructuras de acero es adecuado duraran indefinidamente.
- **Ductilidad:** Es la propiedad que tiene un material de soportar grandes deformaciones sin fallar bajo altos esfuerzos de tensión.
- **Tenacidad:** Los aceros estructurales son tenaces, es decir, poseen resistencia y ductilidad. La propiedad de un material para absorber energía en grandes cantidades se denomina tenacidad.

b. Propiedades de Aceros Estructurales

Tabla 2.1: Propiedades de los Aceros Estructurales

DESIGNACIÓN DE LA ASTM	TIPO DE ACERO	FORMAS	USOS RECOMENDADOS	ESFUERZO MÍNIMO DE FLUENCIA Fy, klb/plg ²	RESISTENCIA ESPECIFICADA MÍNIMA A LA TENSIÓN Fu, klb/plg ²
A36	Al carbono	Perfiles, barras y placas	Puentes, edificios y otras estructuras atornilladas, soldadas o remachadas	36, pero 32 si el espesor es mayor de 8 plg	50-80
A529	Al carbono	Perfiles y placas hasta ½ plg	Similar al A36	42	60-85
A441	De alta resistencia y baja aleación	Perfiles, placas y barras hasta 8 plg	Similar al A36	40-85	60-70

A572	De alta resistencia y baja aleación	Perfiles, placas y barras hasta 6 plg	Construcciones atornilladas, soldadas o remachadas. No para puentes soldados de acero con $F_y = 55$ o mayores	42-65	60-80
A242	De alta resistencia y baja aleación y resistente a la corrosión atmosférica	Perfiles, placas y barras hasta 6 plg	Construcciones atornilladas, soldadas o remachadas, técnica de soldado muy importante.	42-50	63-70
A588	De alta resistencia y baja aleación y resistente a la corrosión atmosférica	Placas y barras	Construcciones atornilladas y remachadas	42-50	63-70
A852	De baja aleación, templado y revenido	Placas sólo hasta 4plg	Construcciones remachada o atornillada; principalmente para puentes y edificios soldados. Técnica de soldado de importancia fundamental	70	90-110
A514	Aleados templados y revenidos	Placas sólo hasta 4plg	Estructuras soldadas con mucha atención a la técnica empleada: no se use si la ductilidad es importante	90-100	100-130

Fuente: Elevadores: Principios e innovaciones

2.4.2.2 CARGAS

Se refiere a la acción directa de una fuerza o conjunto de fuerzas actuando sobre un elemento estructural.

Las cargas se clasifican en:

a. Cargas Vivas

Son cargas no permanentes producidas por materiales o artículos e inclusive por las personas en constante movimiento. Son cargas variables en magnitud y posición.

b. Cargas Muertas

Son cargas permanentes y que no son debidas al uso de la estructura.

2.4.2.3 COLUMNAS

a. Propiedades de la sección transversal de una columna

La tendencia de una columna a pandearse depende de la forma y las dimensiones de su sección transversal y también de su longitud y la forma de fijarla a miembros o apoyos adyacentes. Las propiedades de la sección transversal son:

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad \text{Ec. (2.1)}$$

Donde:

A= Área de la sección transversal

I= El momento de inercia de la sección transversal, con respecto al eje para el que es mínimo

r= El valor mínimo del radio de giro de la sección transversal

b. Fijación de un extremo

El termino fijación de un extremo se refiere a la forma en que soportan los extremos de una columna. Las columnas pueden estar fijadas de la siguiente manera:

Extremo articulado: El extremo articulado de una columna está guiado de tal modo que no se puede mover de un lado a otro, pero no ofrece resistencia a la rotación del extremo.

Extremo empotrado: Es aquel que se sujeta contra la rotación en el soporte. Un ejemplo es el de una columna cilíndrica introducida en una camisa de fijación que está empotrada.

Extremo libre: Se considera cuando un extremo está fijo y el otro libre.

c. Longitud Efectiva

La longitud efectiva se define de la siguiente manera:

$$Le = KL$$

Donde:

L = Longitud real de la columna entre los soportes.

K = Constante que depende del extremo fijo.

A continuación se detalla en la figura 2.1 los valores de K para obtener la longitud efectiva. Para distintos tipos de conexiones en los extremos.

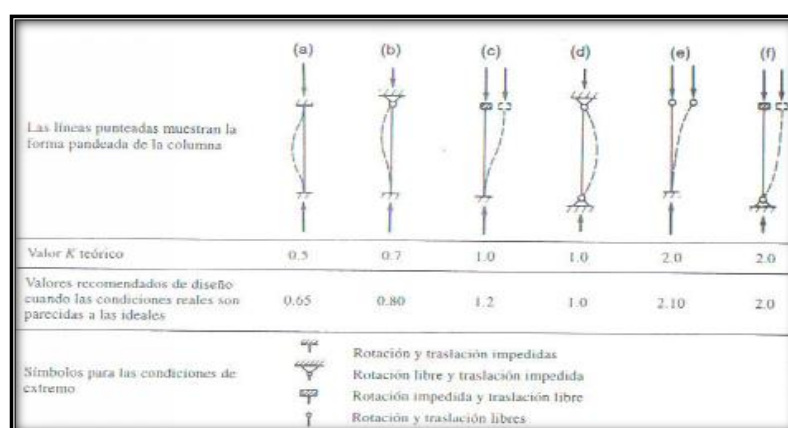


Figura 2.1: Valor K para la longitud efectiva

Fuente: Diseño de Estructuras Metálicas. McCormac

d. Relación de Esbeltez

La relación de esbeltez es el cociente de la longitud efectiva de la columna entre su radio de giro mínimo.

$$\text{Relación de Esbeltez} = \frac{Le}{r_{min}} = \frac{KL}{r_{min}} \quad \text{Ec. (2.2)}$$

Donde:

Le = Longitud efectiva

r_{min} = Radio de giro mínimo

e. Constante de la columna

La constante de la columna Cc depende del valor de la relación de esbeltez real de la columna que se analiza, comparando con la relación de esbeltez de transición, constante de columna Cc y se define mediante la siguiente ecuación:

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{Fy}} \quad \text{Ec. (2.3)}$$

Donde:

E = Módulo de elasticidad (MPa) del material de la columna

Fy = Resistencia de fluencia (GPa) del material

f. Análisis de Columnas

f.1 Fórmula de Euler (Columna Larga)

Para el análisis de una columna larga se emplea la fórmula de Euler, que se muestra en la siguiente ecuación:

$$F_a = \frac{12 \pi^2 E}{23(KL/r)^2} \quad Ec. (2.4)$$

f.2 Fórmula del Structural Stability Research Council. (Columna corta)

Cuando la relación de esbeltez real en una columna, KLr /es menor que el valor de transición Cc la columna es corta y se debe emplear la fórmula:

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2C_c^2}\right] F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3(KL/r)}{8C_c} - \frac{(KL/r)^2}{8C_c^3}} \quad Ec. (2.5)$$

f.3 Carga Permissible

Calculamos la carga permissible aplicando la siguiente ecuación.

$$P = F_a \times A \quad Ec. (2.6)$$

Donde:

P = Carga permissible

F_a = Esfuerzo axial permissible

A = Área del perfil

Para que el perfil seleccionado sea el correcto se realiza la comparación: la carga permissible debe ser mayor que la carga aplicada en la columna.

$$P_{cr} > P_c$$

2.4.2.4 VIGA

Es un elemento estructural que descansa sobre apoyos situados generalmente en sus extremos y que soporta cargas transversales.

a. Condiciones de equilibrio

Las condiciones de equilibrio son las leyes que rigen la estática. La estática es la ciencia que estudia las fuerzas que se aplican a un cuerpo para describir un sistema en equilibrio.

Primera Condición

Un cuerpo se encuentra en equilibrio de traslación cuando la fuerza resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él es nula.

$$\sum F = 0$$

Segunda Condición



Un cuerpo está en equilibrio de rotación cuando la suma de todas las fuerzas que se ejercen en él respecto a cualquier punto es nula. O dicho de otro modo, cuando la suma de los momentos de torsión es cero.









$$\sum M_o = 0$$

b. Momento flector máximo

Para calcular el momento flector se utiliza la Tabla 2.2.

Tabla 2.2: Vigas de Eje Recto Isostáticas

TIPO DE VIGA Y CARGA ACTUANTE	REACCIONES DE VÍNCULO	M _o máx en X _o
	$R_A = R_B = q \frac{L}{2}$	$m_o = q \frac{L^2}{8}$ $x_o = \frac{L}{2}$
	$R_A = R_B = \frac{P}{2}$	$m_o = \frac{PL}{4}$ $x_o = \frac{L}{2}$

	$R_A = R_B = P$	$m_o = P \cdot a$ $x_o = \text{de } a \text{ hasta } L = 2a$
	$R_A = \frac{1}{6} qL$ $R_B = \frac{1}{3} qL$	$m_o = \frac{qL^2}{2}$ $x_o = 0,577 L$
	$R_A = \frac{Pb}{L}$ $R_B = \frac{Pa}{L}$	$m_o = P \frac{ab}{L}$ $x_o = a$
	$R_A = P$	$m_o = P \cdot L$ $x_o = 0$
	$R_A = qL$	$m_o = \frac{qL^2}{2}$ $x_o = 0$
	$R_A = \frac{qL}{2}$	$m_o = \frac{qL^2}{6}$ $x_o = 0$
	$R_A = R_B = \frac{qL}{4}$	$m_o = \frac{qL^2}{12}$ $x_o = \frac{L}{2}$
	$R_A = R_B = q \frac{(L \cdot a)}{2}$	$m_o = \frac{qL^2}{24} (3 - 4\alpha^2)$ $x_o = \frac{L}{2} \quad \alpha = \frac{a}{L}$

Fuente: *Prontuario Básico de Estructuras*

c. Esfuerzo permisible

$$F_b = 0,66F_y$$

$$\text{Ec. (2.7)}$$

Donde:

F_b = Esfuerzo permisible

F_y = Esfuerzo mínimo de fluencia

d. Módulo de sección requerido

El módulo de sección necesario para que la viga tenga suficiente resistencia a la flexión puede obtenerse con la fórmula de la flexión

$$S = \frac{M}{Fb} \quad \text{Ec. (2.8)}$$

Donde:

S = Módulo de sección

M = Momento máximo

Fb = Esfuerzo permisible

2.4.3 SISTEMAS DE ELEVACIÓN

Son máquinas que sirven para el movimiento de cargas de cualquier magnitud y naturaleza mediante mecanismos y sistemas de control, es preciso clasificarlos en sus tipologías básicas a fin de familiarice con los tipos diferentes existentes y pueda diferenciarlos claramente.

2.4.3.1 CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS ASCENSORES

A nivel general, los ascensores destinados o no al transporte de personas se diferencian en:

- a. Ascensores tipo columna
- b. Ascensores con estructura
- c. Ascensores suspendidos

a. Ascensores tipo columna

Diseñada para elevar cargas de hasta 3000 kg en una columna, para una amplia gama de dimensiones, recorridos y paradas.

Características Técnicas

- Sistema de impulsión por medio de cilindro hidráulico simple efecto (tipo buzo) de empuje indirecto (relación 2:1), con una presión nominal de 90 bar.
- Tracción por cable de acero anti giratorio 19x7+0.
- Velocidad nominal 0,10 m/s.
- Maniobra eléctrica semi-premontada a 24 v. Para dos paradas, mediante placa electrónica, o con autómata programable para tres paradas o más, y para opciones especiales (puertas de lamas, isonivelación, etc.).
- Piso de acero antideslizante.
- Posibilidad de hasta tres embarques, en cada uno de los niveles.
- Motor eléctrico trifásico o monofásico (según modelo).
- Botoneras exteriores de superficie con stop de seta.

Opcional

- Velocidad nominal 0,20 m/s.
- Cilindro en dos piezas. Recomendable con recorridos superiores a 8 m (relación 2:1).
- Recorridos superiores a 12 m en otras relaciones (consultar).
- Protecciones laterales.

- Isonivelación: normal o con dos motores. Mantiene la plataforma enrasada con planta en los procesos de carga y descarga.
- Sistema de seguridad de puertas mediante cerradura eléctrica (recomendada) o leva retráctil.
- Rescatador de emergencia.
- Resistencia de caldeo.
- Botoneras para empotrar.
- Sistema de tracción mediante cadenas.
- Suministro de base separada del chasis.
- Tratamiento anti-corrosivo mediante galvanizado en caliente y terminaciones en chapa de acero inoxidable (otros acabados consultar).
- Puertas manuales de una hoja, dos hojas o de lamas articuladas.

Rango de Aplicación

- Capacidad de carga desde 150 kg a 3000 kg.
- Velocidad nominal 0,10 m/s ó 0,20 m/s.
- Recorrido máximo 12 m en relación 2:1 (consultar para recorridos superiores en otras relaciones).
- No apta para uso de personas.



Figura 2.2: Ascensor tipo columna

Fuente: <http://www.ascensoresyelevadores.com/>

b. Ascensores con estructura

Este dispositivo funciona para 3 plantas. El ascensor podrá ser llamado en cada una de las plantas por medio de unos pulsadores eléctricos, al igual que dentro de la cabina podremos elegir, el piso de destino. También, el ascensor almacenara las distintas llamadas que se puedan producir en cada planta, e ira moviéndose por orden de llamada.

El sistema cuenta con un único motor, que realiza el movimiento de subida y bajada de la cabina del ascensor. En cada planta, hay colocado un sensor magnético, que detecta cuando pasa la cabina por él, para pararlo en caso de que se haya realizado la llamada, en la misma planta que la del sensor.

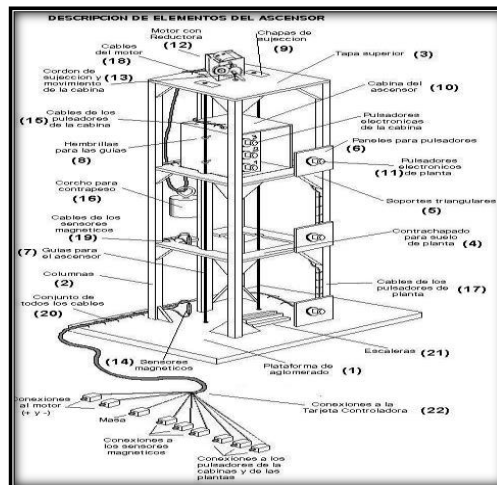


Figura 2.3: Ascensor con estructura

Fuente: <http://www.ascensoresyelevadores.com/>

La característica principal de este sistema es que su estructura le brinda rigidez la que es necesaria para poder elevarlo a alturas considerables, además los costos de construcción y mantenimiento son bastante reducidos.

c. Ascensores suspendido

Con su sistema de cables de cuatro posiciones con soportes fijados a las esquinas de la cabina y cables que descienden por los laterales hasta la base firmemente conectados entre sí, este equipo está diseñado específicamente para levantar carga de hasta 3000 Kg. de a una por vez.



Figura 2.4: Ascensor suspendido

Fuente: <http://www.ascensoresyelevadores.com/>

La principal desventaja de estos sistemas radica en su inestabilidad de elevación, por lo cual no se puede utilizarlos para carga frágil, además el consumo energético es elevado en virtud que la carga es elevada totalmente por el motor.

2.4.3.2 MECANISMOS DE TRANSMISION DE MOVIMIENTO

a. Polea

Una polea es una rueda con una ranura que gira alrededor de un eje por la que se hace pasar una cuerda que permite vencer una resistencia R de forma cómoda aplicando una fuerza F . De este modo podemos elevar pesos hasta cierta altura. Es un sistema de transmisión lineal, pues el movimiento de entrada y salida es lineal. Tenemos tres casos:

➤ **Polea fija**

La polea fija, como su nombre indica consta de una sola polea fija a algún lugar.

La fuerza F que debo aplicar para vencer una resistencia R es tal que:

$$\text{Fuerza} = \text{Resistencia}$$

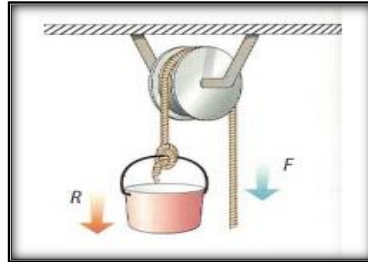


Figura 2.5: Polea Fija

Fuente: <http://www.mecanismosytransmisi3n.com/>

➤ **Polea móvil**

Es un conjunto de dos poleas, una de las cuales es fija y la otra móvil. En una polea móvil la fuerza F que debo hacer para vencer una resistencia R se reduce a la mitad. Por ello, este tipo de poleas permite elevar más peso con menos esfuerzo.

$$F = \frac{R}{2}$$

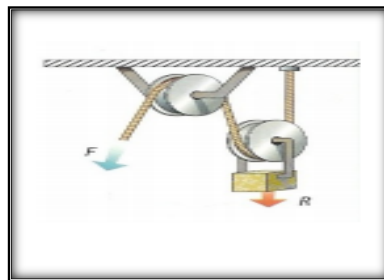


Figura 2.6: Polea Móvil

Fuente: <http://www.mecanismosytransmisi3n.com/>

➤ Polipasto

Es un tipo de polea móvil con un número par de poleas, la mitad son fijas y la otra mitad son móviles. En un polipasto, si quiero vencer una resistencia R debo hacer una fuerza mucho menor, de modo que:

$$P = \frac{R}{2^n}$$

Donde n es el número de poleas móviles.

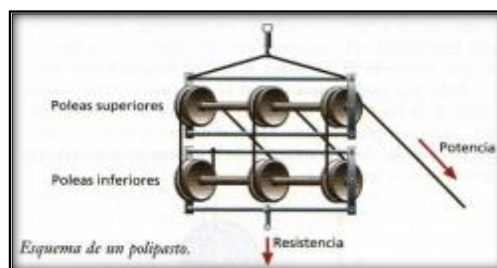


Figura 2.7: Polipasto

Fuente: <http://www.mecanismosytransmisi3n.com/>

b. Engranajes

Los engranajes son mecanismos utilizados en la transmisión de movimiento rotatorio y movimiento de torsión entre ejes.

Este sistema posee grandes ventajas con respecto a las correas y poleas: reducción del espacio ocupado, relación de transmisión más estable (no existe posibilidad de resbalamiento), y sobre todo, mayor capacidad de transmisión de potencia.

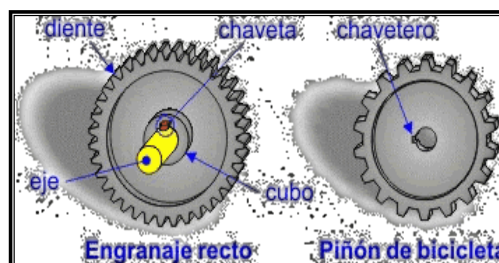


Figura 2.8: Engranaje

Fuente: <http://www.ruedadentada.com/>

2.4.3.3 ÓRGANOS DE TRACCIÓN (CABLES)

Tipos: Según el material con que estén fabricados se pueden clasificar:

- a) Cables de cáñamo o sogas.
- b) Cables metálicos.

a. Cables de cáñamo

Pueden ser flojos o duros. Los primeros, tienen mayor flexibilidad. Están formados por hilos de cáñamo trenzados en cuerdas y estos a su vez, generalmente en grupos de tres, están retorcidos entre sí, formando el cable o soga.

Estos cables se utilizan para cargas pequeñas o como elementos secundario de máquinas, siempre accionados manualmente. No se admite su utilización en grúas o maquinas elevadoras más complicadas, de accionamiento no manual.

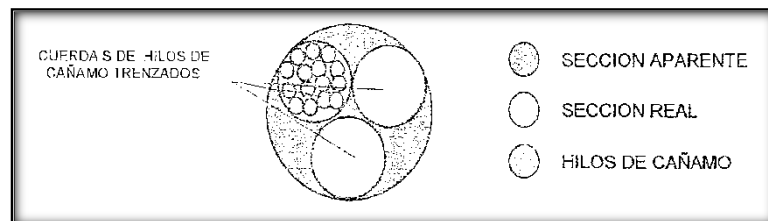


Figura 2.9: Esquema de un cable o soga de cáñamo

Fuente: <http://www.cables.com/>

b. Cables metálicos

Se utilizan en ascensores, grúas, máquinas de extracción, montacargas, etc. Están formados por varias “cuerdas”, logradas por la torsión de finos alambres de acero cableados alrededor de un alma de cáñamo o alambres de acero dulce.

Los factores a tener en cuenta en el cable metálico son:

- Resistencia a la tracción.
- Resistencia a la acción corrosiva del ambiente donde se utilizan.

- Flexibilidad.
- Resistencia al desgaste por rozamiento.

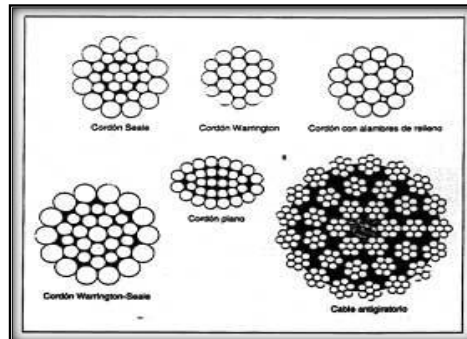


Figura 2.10: Cable Metálico

Fuente: <http://www.cables.com/>

2.4.3.4 SISTEMAS DE CONTROL

a. Control con PLC's

Un contador lógico programable se define como un dispositivo electrónico digital que una memoria programable para guardar instrucciones y llevar a cabo funciones lógicas de configuración de secuencia, de sincronización, de conteo y aritméticas, para el control de maquinaria y procesos. Los PLC tienen la gran ventaja de que permiten modificar un sistema de control sin tener que volver a alambrar las conexiones de los dispositivos de entrada y salida; basta con que el operador digite en un teclado las instrucciones correspondientes.

Características del Plc's

- Son robustos y están diseñados para resistir vibraciones, temperaturas, humedad y ruido.
- La interfaz para las entradas y las salidas está dentro del controlador.

- Es muy sencilla tanto la programación como el entendimiento del lenguaje de programación que implementan, el cual se basa en operaciones de lógica y conmutación.



Figura 2.11: PLC's

Fuente: <http://www.plcs.com/>

b. Control con contactores

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción.



Figura 2.12: Contactor

Fuente: <http://www.contactor.com/>

c. Microcontrolador

Un microcontrolador (abreviado μC , UC o MCU) es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está

compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica. Un microcontrolador incluye en su interior las tres principales unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida.



Figura 2.13: Microcontrolador

Fuente: <http://www.microcontrolador.com/>

2.4.3.5 DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

La seguridad del sistema es un elemento clave en los ascensores. Para maximizarla se emplean varios dispositivos específicos:

➤ **Enclavamiento electromecánico de las puertas**

En el acceso a los pisos, que hace imposible la apertura de todas las puertas de acceso excepto la del piso en que se halla detenida la cabina.

Todas las cerraduras, una en cada rellano, tienen un fleje o un brazo con una ruedita, que al ser oprimido permite el destrabe de la puerta, y sólo cuando está mecánicamente trabada mediante el gancho de doble uña, queda habilitada la parte eléctrica que permite el movimiento del ascensor. Hay dos tipos de mecanismos que permiten abrir las puertas exteriores cuando la cabina llega a planta. En los ascensores antiguos hay un elemento llamado electroleva que es el encargado de oprimir el fleje de la puerta del piso de destino.

Esta electroleva es retráctil, es decir, viaja con la cabina retraído para no oprimir los flejes de cada piso por el que va pasando (lo que permitiría la apertura de cada una de las puertas y la detención del ascensor), por lo que sólo cuando el control

de maniobras le indica mediante una señal eléctrica que la cabina se encuentra en la parada pertinente, la electroleva se expande y acciona el fleje de la puerta correspondiente. El proceso inverso se da cuando el ascensor es requerido desde otro sitio: la electroleva se retrae antes de la partida y sólo se expande al llegar a él. En los ascensores modernos hay otro tipo de mecanismos. Si las puertas exteriores son automáticas, es decir se abren por si mismas, una de las hojas de cabina lleva instalado un patín retráctil que abre la puerta exterior al mismo tiempo que abre la interior de la cabina. Si las puertas exteriores son manuales o semi-automáticas (las abre la persona que va a entrar en el ascensor y se cierran solas), las puertas de cabina incorporan un patín que empuja la polea de la cerradura para permitir abrir la puerta exterior.

➤ **Paracaídas de rotura o desequilibrio de cables de tracción**

Existen instantáneos y también progresivos, para ascensores de alta y media velocidad. Consiste en un sistema de palancas cuyo movimiento acciona unas cuñas o rodillos que se encuentran en una caja junto a las guías (caja de cuñas). Cuando se da la caída de la cabina o sobrepasa la velocidad nominal, las guías son mordidas por las cuñas o rodillos y se produce la detención de la cabina.

➤ **Limitador de velocidad**

Lo componen dos poleas, una instalada en el cuarto de máquinas y otra alineada verticalmente con la primera en el fondo del hueco. A través de ambas pasa un cable de acero cuyos extremos se vinculan, uno a un punto fijo del bastidor de la cabina, y otro a un sistema de palancas cuyo extremo se encuentra en la parte superior del bastidor. El cable acompaña a la cabina en todo momento y es absolutamente independiente de los cables de tracción, es decir, no interviene en la sujeción de la cabina y el contrapeso.

En la polea superior del limitador se produce la detención brusca del cable cuando la velocidad de dicha polea (y por tanto la de la cabina) supera el 25% de la velocidad nominal. El cable limitador activa el sistema de palancas, llamado

paracaídas. Asimismo incorpora un contacto eléctrico tanto en el mecanismo de acuñamiento de la cabina como en la polea superior que corta la serie principal para evitar que el motor siga funcionando una vez que la cabina ha quedado "clavada" a las guías mediante el mecanismo de acuñamiento. Este mecanismo fue patentado por Elisha Otis en 1853.

➤ **Finales de carrera**

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

➤ **Dispositivo de parada de emergencia**

Interrumpe la maniobra, corta la alimentación del grupo tractor y actúa el freno. Permite la detención del ascensor dejando sin efecto los mandos de cabina y pisos. Normalmente deja bajar la cabina en la parada más baja. Si nos referimos al STOP o PARADA normalmente debe dejar parar la cabina en las paradas siguientes tanto hacia arriba como abajo. Este sistema de emergencia también se puede denominar "Rescata-matic". En ascensores antiguos, la pulsación del botón de PARADA o STOP, producía una detención instantánea de la cabina, pudiendo el viajero quedar atrapado entre dos pisos sin posibilidad de salida. En los modelos actuales, este botón ha dejado de existir en los tableros de cabina, quedando únicamente el botón de alarma como dispositivo de emergencia en manos del usuario.

➤ **Timbre de alarma**

Para que lo utilicen los pasajeros en caso de emergencia. En ocasiones está conectado a una línea de teléfono desde la que se puede solicitar asistencia en caso de quedar atrapado.

➤ **Luz de emergencia**

Ilumina la cabina en caso de que el alumbrado normal sea interrumpido.

Debe existir una fuente de socorro, de recarga automática que sea capaz de alimentar al menos una lámpara de un vatio durante una hora, en el caso de interrupción de la corriente de alimentación del alumbrado normal. El alumbrado de emergencia debe conectarse automáticamente desde que falle el suministro del alumbrado normal.

➤ **Sistema de pesacargas**

En los ascensores modernos suele instalarse un dispositivo llamado pesacargas. La función de este elemento es evitar que el ascensor mueva mas peso del máximo permitido, evitando así el desgaste excesivo del grupo tractor y los frenos. Hay varios tipos de sistema de pesacargas y en la actualidad todos ellos son digitales por lo que tienen una exactitud bastante elevada.

En ascensores antiguos a los que quiera adaptarse un sistema de pesacargas, se suele emplear un sistema que consta de unos sensores que se adaptan en los cables de tracción y una centralita que recoge la información dada por los sensores. Esta centralita está conectada a su vez a la caja de revisión del ascensor por lo que el cuadro de maniobra sabe en cada momento si el ascensor tiene mas peso del permitido.

En los ascensores nuevos, el sistema es parecido, pero los sensores se colocan entre el suelo de la cabina y el chasis, permitiendo una exactitud aun mayor.

Los cuadros de maniobra tienen 3 estados diferentes en lo que al pesacargas se refiere:

Normal: La cabina tiene menos peso del permitido por lo que todos los sistemas funcionaran normalmente

Completo: El ascensor ha llegado al peso máximo permitido, por lo que el cuadro de maniobra permitirá a la cabina hacer el viaje programado, pero no permitirá que nadie más entre en la cabina hasta que no baje uno de los pasajeros o carga. En caso de ascensores con maniobra selectiva (el ascensor va recogiendo

pasajeros según suba o baje) no parará en ninguna planta hasta que el estado del pesacargas vuelva a estar en estado normal, es decir hasta que alguna persona o carga salga de la cabina

Exceso de carga: El ascensor no permitirá ningún viaje hasta que alguna persona o algún bulto salga de la cabina. En este caso suele haber una indicación luminosa y sonora que indica el estado de exceso de carga. Las puertas no cerrarán y el ascensor no se moverá hasta que vuelva al estado normal.

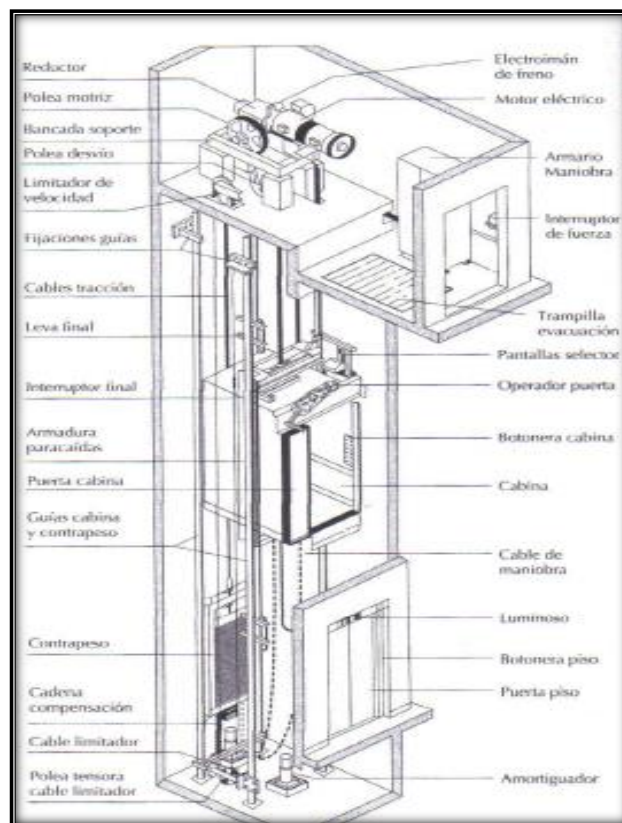


Figura 2.14: Elementos y dispositivos de un ascensor

Fuente: Elevadores: Principios e innovaciones

2.4.4 PLANTAS INDUSTRIALES

Las plantas industriales son las instalaciones donde se desarrollan los sistemas productivos, están compuestos de maquinaria-industrial, es decir de aparatos

dispuestos para llevar a cabo una tarea pre-establecida, básicamente la de producción, la de transformación de materia-prima en productos o energías.

2.4.5 ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Es la administración de los recursos productivos de la organización. Esta área se encarga de la planificación, organización, dirección, control y mejora de los sistemas que producen bienes y servicios.

Existen dos métodos analíticos que se utilizan para apoyar la administración de la producción y las operaciones; es decir, el proceso de dirigir personas y recursos para crear un producto o servicio.

- a. Estudio de Métodos
- b. Estudio de Tiempos

a. Estudio de Métodos

Es el registro de examen crítico y sistemático de las maneras de realizar las operaciones, las actividades, procesos, etc. Con el fin de efectuar mejoras.

a.1 Cursograma

Un cursograma permite representar gráficamente procedimientos administrativos. Constituyen instrumentos importantes para la visualización global y esquemática del conjunto de tareas administrativas.

A través de los cursogramas se puede determinar si la descripción del procedimiento es completa, detectar errores, omisiones, reiteraciones o superposiciones de tareas a fin de subsanarlos y lograr procedimientos más eficientes.

Para describir los procesos más relevantes en la Empresa Cerámicas Novel; se va a utilizar el siguiente cursograma.




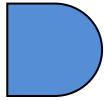

a.1.1 Cursograma Analítico

El cursograma analítico se lo conoce como diagrama de flujo o curso de proceso, ya que expone la "circulación o sucesión de los hechos en un proceso", debido a que representa gráficamente el orden en que suceden las operaciones, las inspecciones, los transportes, las demoras y los almacenamientos durante un proceso o un procedimiento, e incluye información adicional, tal como el tiempo necesario y la distancia recorrida.

SÍMBOLOS DE LAS ACTIVIDADES

Los símbolos que se utilizan es este diagrama son:

Tabla 2.3: Simbología de las actividades

	OPERACIÓN.- Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Se utilizan cuando se transforma especialmente la materia prima o cuando avanza un paso al final del proceso.
	TRANSPORTE.- Indica el movimiento de los trabajadores materiales y equipos de un lugar a otro.
	INSPECCIÓN.- Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas. Significa verificación, supervisión.
	DEMORA.- Es un depósito temporal o provisional, espera detenimiento. Indica demora en el desarrollo de los hechos.
	ALMACENAJE.- Indica depósito de un objeto bajo vigilancia, lugar donde se recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

Fuente: Elevadores: Principios e innovaciones

b. Estudio de Tiempos

Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo en que se lleva a cabo una operación, actividad o proceso desarrollados, por un trabajador, máquina u otro según una norma o método establecido.

Este estudio permite determinar el tiempo necesario para realizar una operación contemplando normas de rendimiento preestablecidas y eliminando el tiempo improductivo.

Los procedimientos más conocidos son los de cronometraje, sistemas de tiempos predeterminados, datos normalizados, muestreo del trabajo y método de las operaciones instantáneas. No obstante la variedad presentada, el más utilizado debido a su simpleza y confiabilidad es el primero de ellos.

b.1. Cronometraje

Este método según la British Standards Institution, consiste en la aplicación de técnicas para determinar el tiempo empleado por un operario calificado para realizar una tarea según una norma de ejecución establecida previamente.

2.4.6 PRODUCCIÓN

La producción es la actividad económica que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios, es decir, consiste en la creación de productos o servicios y al mismo tiempo la creación de valor, más específicamente es la capacidad de un factor productivo para crear determinados bienes en un periodo de tiempo determinado.

2.4.6.1 PRODUCTOS DE LA INDUSTRIA CERÁMICAS NOVEL

La industria Cerámicas “Novel” tiene por finalidad fabricar productos de algunas secciones, dentro de la línea de producción podemos citar algunas de ellas:

- Dispensadores de agua
- Accesorios de baño

Los productos que ofrecen el departamento de producción están fabricados en materiales de arcilla.

Estos productos poseen un acabado de calidad debido a la materia prima que se utiliza, y de acuerdo a la necesidad del producto como es el caso de los dispensadores de agua que se utilizan en los hogares.

La capacitación del personal y la innovación de máquinas en algunas áreas, ha hecho que los productos tengan gran acogida en el mercado nacional.

2.4.6.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS EN ESTUDIO

- a. Dispensadores de agua.
- b. Accesorios de baño.

a. Dispensadores de Agua

Los dispensadores son aquellos dispositivos, que acoplados a un recipiente, se pueden graduar para que mediante un émbolo, dispensen un volumen definido de líquido.

La Empresa Cerámicas “Novel” produce dispensadores de agua con una capacidad de 7 litros para garrafones de 20 litros.



Figura 2.15: Dispensadores de Agua
Fuente: <http://www.ceramicanovel.com>

b. Accesorios de Baño

Los accesorios de cerámica, es un elemento habitual en decoración, incluso las cerámicas fabricadas en serie puede apreciarse el gusto por el arte, bellas expresiones artísticas y un verdadero artista en su creador.



Figura 2.16: Accesorios de Baño

Fuente: <http://www.ceramicanovel.com>

2.4.7 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

Cantidad de recursos que entran y que están disponibles con relación a los requerimientos de producción durante un periodo de tiempo determinado.

Para Chase, (2005) la capacidad de producción se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Cp = \frac{1}{t} = \frac{\text{unidades}}{\text{horas}}$$

Donde:

Cp = Capacidad de producción

T = Tiempo total

2.5 HIPÓTESIS

El estudio de un sistema de elevación para el transporte de productos cerámicos en la empresa Novel de la ciudad de Latacunga incidirá en el nivel de producción.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

El estudio de un sistema de elevación para el transporte de productos cerámicos en la empresa Novel de la ciudad de Latacunga

2.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Nivel de producción.

2.6.3 TÉRMINO DE RELACIÓN

Incidirá

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

Este proyecto presentará datos cualitativos debido a que se medirá cualidades de los sistemas de elevación mediante el cumplimiento de Normas de Seguridad y Calidad para establecer la factibilidad de un sistema de elevación en el transporte de dispensadores cerámicos. Además datos cuantitativos para analizar el nivel de producción datos en tablas, datos estadísticos y diagramas de proceso.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

Para realizar el trabajo de investigación, se usará los siguientes tipos y procedimientos investigativos.

3.2.1 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Esta investigación comprende nuestro campo de estudio que es la localización del lugar en donde nos enfocaremos para observar y recolectar datos que nos ayudarán en nuestra investigación para obtener información de acuerdo con los objetivos del proyecto.

3.2.2 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

La investigación se llevará a cabo con base en estudios bibliográficos:

- Elevadores: Principios e Innovaciones- Antonio Viravete / Emilio Larrodé.

- Manual de Maquinaria de Construcción -William F. Smith.
- Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales.-Agustín González Ruiz.

3.2.3 INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

Se realiza mediante estudios, pruebas y análisis para obtener un aumento en el nivel de producción la Empresa cerámica “Novel”.

3.2.4 INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Este tipo de investigación permitirá obtener información de documentos y archivos impresos que son de uso de la empresa Novel, así como otros documentos que permitan realizar este estudio.

3.3 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 EXPLORATORIA

La Investigación Exploratoria permite familiarizarse con el problema de comunicación entre las áreas de producción de la cerámica, mediante las observaciones establecidas en el proceso.

3.3.2 DESCRIPTIVA

La Investigación Descriptiva permite ver el comportamiento del transporte del producto en las áreas de trabajo, comparar los fenómenos existentes y las causas de origen.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 POBLACIÓN

Para el desarrollo del presente estudio en la Empresa Cerámicas “Novel”, la población es la totalidad de elementos investigados: dispensadores de agua y accesorios de baño.

3.4.2 MUESTRA

En la presente investigación la muestra es igual a la población.

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE: Un sistema de elevación para el transporte de productos cerámicos en la empresa Novel

Tabla 3.1: Operacionalización de la variable independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Sistemas de Elevación. Son máquinas utilizadas para el transporte de cargas de cualquier magnitud y naturaleza mediante mecanismos y sistemas de control.	Tipos de Máquinas	Tipo Columna Con Estructura Suspendido	¿Qué tipo de máquina será el adecuado para el transporte de cargas?	> Investigación de Campo > Investigación Bibliográfica
	Mecanismos	Poleas Engranajes	¿Qué mecanismo permite una mejor transmisión de movimiento en los sistemas de elevación?	> Investigación Bibliográfica
	Sistemas de Control	PLC's Contactores Microcontrol	¿Cuál es el sistema de control adecuado en la máquina elevadora?	> Investigación Bibliográfica

3.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE: Nivel de producción

Tabla 3.2: Operacionalización de la variable dependiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Nivel de producción.</p> <p>Es la valoración del rendimiento en un proceso que permite medir la cantidad de producción de bienes y servicios.</p>	Proceso	Tiempo	¿Qué tiempo se emplea para cada proceso?	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Investigación de Campo ➤ Investigación Bibliográfica ➤ Cursograma Analítico
	Cantidad de producción	Mensual Anual	¿Qué cantidad de dispensadores y accesorios de baño se producen?	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Investigación de Campo

3.6. PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

¿Para qué?	Para mejorar el transporte en el proceso de producción mediante un sistema de elevación.
¿A quiénes?	Dueños de los procesos (operarios). Productos (dispensadores de agua, accesorios de baño).
¿Sobre qué aspectos?	Sistemas de Elevación Nivel de producción
¿Quién va a recolectar?	Yesenia Maribel Chasi Cajas
¿Cuándo?	Periodo 2013
¿Dónde?	Industria Cerámicas Novel
¿Con que técnicas de recolección?	Visitas de campo a la empresa para conocer más de cerca su proceso productivo. Registros de Producción.
¿Con que instrumentos?	Diagramas de Procesos. Diagramas de Recorrido. Formato de Toma de Tiempos.

Fuente: El autor

3.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.7.1 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

- Revisión crítica de la información recogida.
- Selección de la información más importante y puntual del transporte de los dispensadores cerámicos en las distintas áreas.
- Tabulación de la información según las variables de la hipótesis.
- Estudio de la información según las variables de la hipótesis.

3.7.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- Análisis de los resultados estadísticos destacando la tendencia de acuerdo a los objetivos y la hipótesis.
- Interpretación de resultados con el apoyo del marco teórico.
- Comprobación de hipótesis.
- Establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.4.1 PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Existen varios criterios de evaluación del diseño mecánico como son la seguridad, la confiabilidad, la facilidad de fabricar, facilidad de operación, costo de operación y mantenimientos bajos, tamaño reducido, poco peso, materiales adecuados, la apariencia, la ergonomía; a continuación se presentan los criterios que se consideran los más apropiados para ser utilizados en el proceso de selección de alternativas.

4.4.1.1 Costo

Representa un parámetro determinante al momento de seleccionar una alternativa ya que se involucra no solo el costo inicial de la máquina (materiales, accesorios, manufactura, y tecnología), sino también los costos de operación y mantenimiento. En el caso de la máquina que se desea diseñar, el costo debe ser más competitivo que el de las máquinas usadas y nuevas que se pueden encontrar en el mercado sin dejar de lado la eficiencia y la estética.

4.4.1.2 Factibilidad de manufactura

Este criterio implica simplificar los sistemas sin dejar a un lado los beneficios de la tecnología actual. Además, las partes que constituyen los diferentes sistemas

deben poder ser contruidos con tecnología nacional, con materiales disponibles en el mercado local y componentes de fácil compra.

4.4.1.3 Capacidad de carga

La carga a elevar es muy importante tener en cuenta no solamente la carga a transportar sino también el equipo de carga y el tipo de vehículos de transporte de cargas utilizado.

4.4.1.4 Tamaño

Conjunto de las dimensiones de un sistema, por las cuales tiene mayor o menor volumen.

4.4.1.5 Mantenimiento

El mantenimiento en una máquina es vital para prolongar su vida útil. Todos los sistemas y elementos que comprenden la máquina están sujetos a fallos por lo que deben ser diseñados de tal manera que exista la posibilidad de repararlos o reemplazarlos. Esto implica que en la selección de alternativas se debe considerar la facilidad para llegar a un determinado elemento dentro de un conjunto, para la realización de tareas de ensamble y/o mantenimiento.

4.4.2 MÉTODO ORDINAL CORREGIDO

Según Riba, (2002) el método ordinal corregido de criterios ponderados, se basa en unas tablas donde cada criterio se confronta con los restantes criterios y se asignan los valores siguientes:

- 1 Si el criterio de las filas es superior que el de las columnas.
- 0,5 Si el criterio de las filas es equivalente al de las columnas.
- 0 si el criterio de las filas es inferior que el de las columnas.

Luego, para cada criterio, se suman los valores asignados en relación a los restantes criterios al que se le añade una unidad (para evitar que el criterio o solución menos favorable tenga una valoración nula); después, en otra columna se calculan los valores ponderados para cada criterio.

Finalmente, la evaluación total para cada solución resulta de la suma de productos de los pesos específicos de cada solución por el peso específico del respectivo criterio.

4.4.3 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN

4.4.3.1 ALTERNATIVA 1: ASCENSOR TIPO COLUMNA

VENTAJAS

- Capacidad de carga desde 150 kg a 3000 kg.
- Velocidad nominal 0,10 m/s ó 0,20 m/s.
- Recorrido máximo 12 m en relación 2:1 (consultar para recorridos superiores en otras relaciones).
- Diseñada para elevar cargas de hasta 3000 kg en una columna, para una amplia gama de dimensiones, recorridos y paradas.
- Sistema de impulsión por medio de cilindro hidráulico simple efecto (tipo buzo) de empuje indirecto (relación 2:1), con una presión nominal de 90 bar.
- Maniobra eléctrica semi-premontada a 24 v. Para dos paradas, mediante placa electrónica, o con autómata programable para tres paradas o más, y para opciones especiales (puertas de lamas, isonivelación, etc.).
- Piso de acero antideslizante.
- Posibilidad de hasta tres embarques, en cada uno de los niveles.

- Motor eléctrico trifásico o monofásico (según modelo).
- Botoneras exteriores de superficie con stop de seta.
- Costos de construcción alto
- Costo de mantenimiento alto.

DESVENTAJA

- No apta para uso de personas.



Figura 4.1: Ascensor tipo columna

Fuente: <http://www.ascensoresyelevadores.com/>

4.4.3.2 ALTERNATIVA 2: ASCENSOR CON ESTRUCTURA

VENTAJAS

- Este dispositivo funciona para 3 plantas. El ascensor podrá ser llamado en cada una de las plantas por medio de unos pulsadores eléctricos, al igual que dentro de la cabina podremos elegir, el piso de destino. También, el ascensor almacenará las distintas llamadas que se puedan producir en cada planta, e ira moviéndose por orden de llamada.
- El sistema cuenta con un único motor, que realiza el movimiento de subida y bajada de la cabina del ascensor. En cada planta, hay colocado un sensor magnético, que detecta cuando pasa la cabina por él, para pararlo en caso de que se haya realizado la llamada, en la misma planta que la del sensor.

- Su estructura le brinda rigidez la que es necesaria para poder elevarlo a alturas considerables,
- Costos de construcción y mantenimiento bastante reducido.

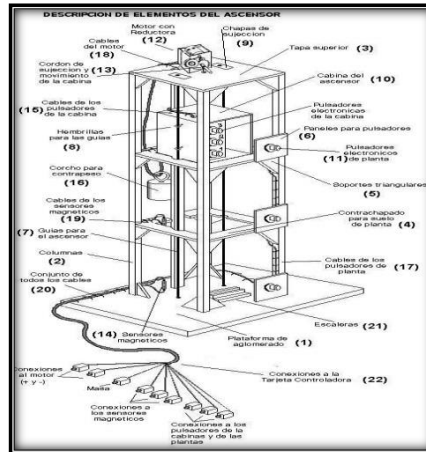


Figura 4.2: Ascensor con estructura

Fuente: <http://www.ascensoresyelevadores.com/>

4.4.3.3 ALTERNATIVA 3: ASCENSOR SUSPENDIDO

VENTAJAS

- Con su sistema de cables de cuatro posiciones con soportes fijados a las esquinas de la cabina y cables que descienden por los laterales hasta la base firmemente conectados entre sí.
- Diseñado específicamente para levantar carga de hasta 2500 Kg.

DESVENTAJAS

- Inestabilidad de elevación, por lo cual no se puede utilizarlos para carga frágil.
- Consumo energético es elevado en virtud que la carga es elevada totalmente por el motor.
- Costos de construcción alto



Figura 4.3: Ascensor suspendido

Fuente: <http://www.ascensoresyelevadores.com/>

4.4.4 VALORACIÓN DE PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

En la valoración de los parámetros para la selección de alternativas se considera que el ítem más importante es el costo, seguido de la manufactura, capacidad de carga, tamaño y mantenimiento.

Costo > Manufactura > Capacidad de carga > Tamaño > Mantenimiento

Tabla 4.1: Valoración de los parámetros para la selección de alternativas

Parámetro	Costo	Manufactura	Cap. de carga	Tamaño	Mantenimiento	$\Sigma + 1$	Ponderado
Costo	1	1	1	1	1	5	0,33
Manufactura	0	1	1	1	1	4	0,27
Capacidad de carga	0	0	1	1	1	3	0,20
Tamaño	0	0		1	1	2	0,13
Mantenimiento	0	0	0	0	1	1	0,07
						15	1,00

Fuente: El autor

4.4.4.1 MENOR COSTO

En el análisis se coloca primero a la Alternativa 2 debido a que su criterio de ponderación es superior por el costo bajo de construcción, posteriormente se coloca la Alternativa 3 y finalmente la Alternativa 1.

Alternativa 2 > Alternativa 3 > Alternativa 1

Tabla 4.2: Menor Costo

Parámetro	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 1	$\Sigma + 1$	Ponderado
Ascensor con estructura		1	1	3	0,50
Ascensor suspendido	0		1	2	0,33
Ascensor tipo columna	0	0		1	0,17
				6	1,00

Fuente: El autor

4.4.4.2 MANUFACTURA

En el análisis se coloca la Alternativa 2 debido a que su criterio de ponderación es superior por que las partes que constituyen el sistema pueden ser construidos con tecnología nacional, materiales disponibles en el mercado local y componentes de fácil compra, posteriormente se coloca la Alternativa 1 y finalmente la Alternativa 3.

Alternativa 2 > Alternativa 1 > Alternativa 3

Tabla 4.3: Manufactura

Parámetro	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 3	$\Sigma + 1$	Ponderado
Ascensor con estructura		1	1	3	0,50
Ascensor tipo columna	0		1	2	0,33
Ascensor suspendido	0	0		1	0,17
				6	1,00

Fuente: El autor

4.4.4.3 CAPACIDAD DE CARGA

En el análisis se coloca la que la Alternativa 1 es igual que la Alternativa 2 debido a su igual capacidad de elevación y finalmente la Alternativa 3.

Alternativa 1 = Alternativa 2 > Alternativa 3

Tabla 4.4: Capacidad de Carga

Parámetro	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	$\Sigma + 1$	Ponderado
Ascensor tipo columna		0,5	1	2,5	0,42
Ascensor con estructura	0,5		1	2,5	0,42
Ascensor suspendido	0	0		1	0,17
				6	1,00

Fuente: El autor

4.4.4.4 TAMAÑO

En el análisis se coloca la que la Alternativa 1 es igual que la Alternativa 2 debido a su tamaño y finalmente la Alternativa 3.

Alternativa 1 = Alternativa 2 > Alternativa 3

Tabla 4.5: Tamaño

Parámetro	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	$\Sigma + 1$	Ponderado
Ascensor tipo columna		0,5	1	2,5	0,42
Ascensor con estructura	0,5		1	2,5	0,42
Ascensor suspendido	0	0		1	0,17
				6	1,00

Fuente: El autor

4.4.4.5 MANTENIMIENTO

En el análisis se coloca primero a la Alternativa 2 debido a que su criterio de ponderación es superior la facilidad para llegar a un determinado elemento dentro de un conjunto, para la realización de tareas de ensamble y mantenimiento, posteriormente se coloca la Alternativa 1 y finalmente la Alternativa 3.

Alternativa 2 > Alternativa 1 > Alternativa 3

Tabla 4.6: Mantenimiento

Parámetro	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 3	$\Sigma + 1$	Ponderado
Ascensor con estructura		1	1	3	0,50
Ascensor tipo columna	0		1	2	0,33
Ascensor suspendido	0	0		1	0,17
				6	1,00

Fuente: El autor

4.4.5 SUMATORIA DE LA VALORACIÓN DE PARÁMETROS

Mediante el Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados, tenemos que la solución más viable para el presente estudio es el Ascensor con estructura, por acercarse más a las expectativas de la actual investigación.

Tabla 4.7: Sumatoria de la valoración de parámetros

Parámetro	COSTO	MANUFACTURA	CAPACIDAD DE CARGA	TAMAÑO	MANTENIMIENTO	Σ	Prioridad
Ascensor tipo columna	0,17	0,33	0,42	2,5	0,33	3,75	2
Ascensor con estructura	0,50	0,50	0,42	2,5	0,50	4,42	1
Ascensor suspendido	0,33	0,17	0,17	1,0	0,17	1,83	3

Fuente: El autor

4.4.6 SELECCIÓN DEL MECANISMO

4.4.6.1 ALTERNATIVA 1: POLEA

VENTAJAS

- Presentan una gran ventaja mecánica, debido a que pueden elevar grandes pesos con un bajo esfuerzo.
- Menos trabajo para mover la carga
- Alta fiabilidad.
- Bajo costo.
- Diseño sencillo.
- Funcionamiento silencioso.
- No precisa lubricación.

DESVENTAJAS

- La correa puede patinar si la velocidad es alta.
- La potencia que puede transmitir es limitada.



Figura 4.4: Polea

Fuente: <http://www.polea.com/>

4.4.6.2 ALTERNATIVA 2: ENGRANAJE

VENTAJAS

- Las ruedas no pueden resbalar una con respecto a la otra.
- Transmiten grandes esfuerzos.
- La relación de transmisión se conserva siempre constante.
- Dimensiones exteriores pequeñas, para transmitir esfuerzos.
- Rendimiento alto.
- Gran duración y fiabilidad de funcionamiento.
- Constancia de la relación de transmisión, por ausencia de patinaje
- Fácil mantenimiento

DESVENTAJAS

- Ruido durante su funcionamiento a grandes velocidades
- Desgaste abrasivo en la superficie de los dientes.



Figura 4.5: Engranaje

Fuente: <http://www engranajes.com/>

4.4.7 VALORACIÓN DE PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN DEL MECANISMO

En la valoración de los parámetros para la selección de alternativas se considera que el ítem más importante es el costo, seguido de la confiabilidad y mantenimiento.

Costo > Confiabilidad > Mantenimiento

Tabla 4.8: Valoración de los parámetros para la selección de alternativas

Parámetro	Costo	Confiabilidad	Mantenimiento	$\Sigma + 1$	Ponderado
Costo		1	1	3	0,50
Confiabilidad	0		1	2	0,33
Mantenimiento	0	0		1	0,17
				6	1,00

Fuente: El autor

4.4.7.1 MENOR COSTO

En el análisis se coloca primero a la Alternativa 2 debido a que su criterio de ponderación es superior a la Alternativa 1.

Alternativa 2 > Alternativa 1

Tabla 4.9: Menor Costo

Parámetro	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	$\Sigma + 1$	Ponderado
Engranaje		1	2	0,67
Polea	0		1	0,33
			3	1,00

Fuente: El autor

4.4.7.2 CONFIABILIDAD

En el análisis se coloca la Alternativa 2 debido a que su criterio de ponderación es superior a la Alternativa 1.

Alternativa 2 > Alternativa 1

Tabla 4.10: Confiabilidad

Parámetro	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 1	$\Sigma + 1$	Ponderado
Engranaje		1	2	0,67
Polea	0		1	0,33
			3	1,00

Fuente: El autor

4.4.7.3 MANTENIMIENTO

En el análisis se coloca la Alternativa 1 debido a que su criterio de ponderación es superior a la Alternativa 2.

Alternativa 1 > Alternativa 2

Tabla 4.11: Mantenimiento

Parámetro	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 1	$\Sigma + 1$	Ponderado
Polea		1	2	0,67
Engranaje	0		1	0,33
			3	1,00

Fuente: El autor

4.4.8 SUMATORIA DE LA VALORACIÓN DE PARÁMETROS

Mediante el Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados, se tiene que la solución más viable para el presente estudio es la Polea, por acercarse más a las expectativas de la actual investigación.

Tabla 4.12: Sumatoria de la valoración de parámetros

Parámetro	COSTO	CONFIABILIDAD	MANTENIMIENTO	Σ	Prioridad
Polea	0,33	0,67	0,67	1,67	1
Engranaje	0,67	0,33	0,33	1,33	2

Fuente: El autor

4.4.9 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

4.4.9.1 ALTERNATIVA 1: PLC

VENTAJAS

- Sus recursos son ocupados enteramente a la ejecución de su programación.
- Son robustos y compactos.
- Son muy manejables en cuanto a programación.
- Mantenimiento casi nulo.
- Rapidez de respuesta.
- Ampliación de sus entradas y salidas mediante adición de módulos.
- Menor tiempo de trabajo.
- Facilidad de realizar cambios durante la operación del sistema.
- Reducción de espacio.
- Facilidad en la prueba y puesta en marcha.

DESVENTAJAS

- Requiere un personal calificado para el manejo de estos dispositivos, lo que implica no solo un costo relativamente elevado, sino también la dificultad de encontrarlo.
- Se deben tener en cuenta múltiples detalles para que la operación salga a la perfección, tanto en la producción, como en el código de programación.



Figura 4.6: PLC

Fuente: <http://www.omronplc.com/>

4.4.9.2 ALTERNATIVA 2: CONTACTOR

VENTAJAS

- Es muy robusto y fiable, ya que no incluye mecanismos delicados.
- Se adapta con rapidez y facilidad a la tensión de alimentación del circuito de control (cambio de bobina).
- Facilita la distribución de los puestos de paro de emergencia y de los puestos esclavos, impidiendo que la máquina se ponga en marcha sin que se hayan tomado todas las precauciones necesarias.
- Funciona tanto en servicio intermitente como en continuo
- Automatización en el arranque y paro de motores.
- Posibilidad de controlar completamente una máquina, desde varios puntos de maniobra o estaciones.
- Se pueden maniobrar circuitos sometidos a corrientes muy altas, mediante corrientes muy pequeñas.
- Ahorro de tiempo al realizar maniobras prolongadas.

DESVENTAJAS

- El gasto por los picos de corrientes excesivas en la conexión.

- Problemas mecánicos y arcos eléctricos en la desconexión.

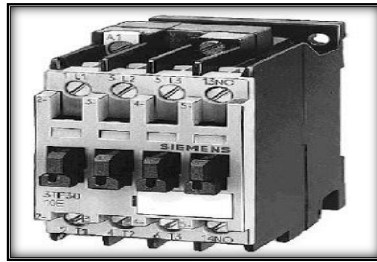


Figura 4.7: Contactor

Fuente: <http://www.contactor.com/>

4.4.9.3 ALTERNATIVA 3: MICROCONTROLADOR

VENTAJAS

- Son manejables.
- Ideales para procesos de control básico y avanzado.
- Incluye la memoria RAM y ROM en un circuito integrado.
- La disminución en el tamaño del circuito impreso debido a la reducción de los circuitos externos.
- La velocidad de operación es lenta.
- Son fáciles de grabar ya que solo se necesita un computador.
- Existen varios softwares que ayudan a programarles.
- Reducción de la cantidad de espacio en la implementación de un diseño dado.
- Reduce el costo de la implementación.
- Los fabricantes dan mucho soporte sobre las aplicaciones más comunes.

DESVENTAJAS

- Es poco flexible ante modificaciones o ampliaciones.
- Requiere de la elaboración de un circuito el cual conlleva algún tiempo de elaboración.
- Capacidad de almacenamiento de tareas es menor.
- Se necesitan llamar a muchas instrucciones para realizar una tarea en particular.



Figura 4.8: Microcontrolador

Fuente: <http://www.microcontrolador.com/>

4.4.10 VALORACIÓN DE PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

En la valoración de los parámetros para la selección de alternativas se considera que el ítem más importante es la seguridad, seguido del costo, confiabilidad, manejo y mantenimiento.

Seguridad > Costo > Confiabilidad > Fácil Manejo > Mantenimiento

Tabla 4.13: Valoración de los parámetros para la selección de alternativas

Parámetro	Seguridad	Costo	Confiabilidad	Fácil Manejo	Mantenimiento	$\Sigma + 1$	Ponderado
Seguridad	1	1	1	1	1	5	0,33
Costo	0	1	1	1	1	4	0,27
Confiabilidad	0	0	1	1	1	3	0,20
Fácil Manejo	0	0		1	1	2	0,13
Mantenimiento	0	0	0	0	1	1	0,07
						15	1,00

Fuente: El autor

4.4.10.1 SEGURIDAD

En el análisis se coloca primero a la Alternativa 1 debido a que su criterio de ponderación es superior por la seguridad, posteriormente se coloca la Alternativa 3 y finalmente la Alternativa 2.

Alternativa 1 > Alternativa 3 > Alternativa 2
--

Tabla 4.14: Seguridad

Parámetro	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 2	$\Sigma + 1$	Ponderado
Plc		1	1	3	0,50
Microcontrolador	0		1	2	0,33
Contactador	0	0		1	0,17
				6	1,00

Fuente: El autor

4.4.10.2 BAJO COSTO

En el análisis se coloca la Alternativa 2 debido a que su criterio de ponderación es superior por el costo bajo de compra, posteriormente se coloca la Alternativa 3 y finalmente la Alternativa 1.

Alternativa 2 > Alternativa 3 > Alternativa 1

Tabla 4.15: Bajo Costo

Parámetro	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 1	$\Sigma + 1$	Ponderado
Contactador		1	1	3	0,50
Microcontrolador	0		1	2	0,33
Plc	0	0		1	0,17
				6	1,00

Fuente: El autor

4.4.10.3 CONFIABILIDAD

En el análisis se coloca la que la Alternativa 1 debido a que su criterio de ponderación es superior, posteriormente se coloca la Alternativa 2 y finalmente la Alternativa 3.

Alternativa 1 > Alternativa 2 > Alternativa 3

Tabla 4.16: Confiabilidad

Parámetro	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	$\Sigma + 1$	Ponderado
Plc		1	1	3	0,50
Contactador	0		1	2	0,33
Microcontrolador	0	0		1	0,17
				6	1,00

Fuente: El autor

4.4.10.4 FÁCIL MANEJO

En el análisis se coloca la que la Alternativa 2 debido a que su criterio de ponderación es superior en el fácil manejo, posteriormente se coloca la Alternativa 1 y finalmente la Alternativa 3.

Alternativa 2 > Alternativa 1 > Alternativa 3

Tabla 4.17: Fácil Manejo

Parámetro	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 3	$\Sigma + 1$	Ponderado
Contactor		1	1	3	0,50
Plc	0		1	2	0,33
Microcontrolador	0	0		1	0,17
				6	1,00

Fuente: El autor

4.4.10.5 MANTENIMIENTO

En el análisis se coloca primero a la Alternativa 1 debido a que su criterio de ponderación es superior por la facilidad de mantenimiento, posteriormente se coloca la Alternativa 2 y finalmente la Alternativa 3.

Alternativa 1 > Alternativa 2 > Alternativa 3

Tabla 4.18: Mantenimiento

Parámetro	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	$\Sigma + 1$	Ponderado
Plc		1	1	3	0,50
Contactor	0		1	2	0,33
Microcontrolador	0	0		1	0,17
				6	1,00

Fuente: El autor

4.4.11 SUMATORIA DE LA VALORACIÓN DE PARÁMETROS

Realizando el Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados, se tiene que la solución más viable para el presente estudio es el Plc, por acercarse más a las expectativas de la actual investigación.

Tabla 4.19: Sumatoria de la valoración de parámetros

Parámetro	SEGURO	BAJO COSTO	CONFIABLE	FACIL MANEJO	MANTENIMIENTO	Σ	Prioridad
Plc	0,50	0,17	0,50	0,33	0,50	2,00	1
Contactador	0,17	0,50	0,33	0,50	0,33	1,83	2
Microcontrolador	0,33	0,33	0,17	0,17	0,17	1,17	3

Fuente: El autor

4.4.12 ANÁLISIS DE TIEMPO

4.4.12.1 CURSOGRAMA ANALÍTICO

En los cursograma analíticos presentados se expone el tiempo, la distancia durante el proceso.

A continuación se da a conocer los diagramas de procesos de los productos que se fabrican:

- Dispensadores de agua
- Accesorios de baño

Tabla 4.20: Cursograma Analítico de los Dispensadores de Agua

CURSOGRAMA ANALÍTICO							
Método actual	<input checked="" type="checkbox"/>						
Método propuesto	<input type="checkbox"/>						
Sujeto del Diagrama:	Proceso de producción de Dispensadores de Agua. El diagrama inicia con la Materia Prima (Arcilla) y termina en la bodega.				Fecha: 22 de Mayo del 2013	Realizado por: Egda. Yesenia Chasi	
					Diagrama # 1		
Departamento: Producción.		Hoja # 1 de 1					
Distancia m	Tiempo min	Numeración	Símbolos del Diagrama				Descripción del Proceso
	480	1 ○	○	⇒	□	▽	Selección y pesaje de materia prima
3	480	2 ○	○	⇒	□	▽	Carga de materia prima al molino
	960	3 ○	○	⇒	□	▽	Molienda de materia prima
	10	1 □	○	⇒	□	▽	Verificación de la fórmula
2	10,0	1 ⇒	○	⇒	□	▽	Transporte de la borbotina hacia la tamizadora
10	60,0	4 ○ ⇒	○	⇒	□	▽	Tamizado y transporte de borbotina hacia los tanques de reserva.
7	2,25	3 ⇒	○	⇒	□	▽	Transporte de borbotina hacia los moldes de yeso
	1,5	5 ○ D	○	⇒	□	▽	Llenado de borbotina en los moldes de yeso
	40,5	6 ○ D	○	⇒	□	▽	Vaciado de la borbotina
	30,0	○	○	⇒	□	▽	Desmoldado de las piezas
9,8	5,0	4 ⇒	○	⇒	□	▽	Transporte de las piezas hacia el Área de pulido
	1,2	8 ○ D	○	⇒	□	▽	Perforación del agujero para la llave de agua.
	4,0	9 ○	○	⇒	□	▽	Pulido del dispensador
	2880	4 D	○	⇒	□	▽	Esperar a que las piezas estén secas para llevar al horno
6,5	5,0	5 ⇒	○	⇒	□	▽	Transporte de las piezas al Área de limpieza.
	5,0	10 ○	○	⇒	□	▽	Limpieza y carga al horno
	1200	11 ○ D	○	⇒	□	▽	Quema de crudo en hornos industriales (Primera Quema) y enfriamiento
23	8,0	6 ⇒	○	⇒	□	▽	Transporte al Área de almacenamiento del producto en proceso
	10	1 ▽	○	⇒	□	▽	Almacenamiento del producto en proceso.
	30,0	2 □	○	⇒	□	▽	Control de calidad.
	8,0	12 ○	○	⇒	□	▽	Vidriado interior del dispensador.
5	30	13 ○ ▽	○	⇒	□	▽	Limpieza de la boca del dispensador y colocación de la fecha de fabricación.
	1,8	14 ○	○	⇒	□	▽	Vidriado exterior
27	48,0	7 ⇒	○	⇒	□	▽	Transporte de los dispensadores al Área de decoración
	480,0	6 D	○	⇒	□	▽	Decoración de los dispensadores
27	48,0	8 ⇒	○	⇒	□	▽	Transporte al Área de espera para ingresar al horno
6	30,0	15 ○	○	⇒	□	▽	Limpieza del vidrio en la base del dispensador y carga al horno.
	1200	16 ○ D	○	⇒	□	▽	Quema de vidrio (Segunda quema)
	5	17 ○	○	⇒	□	▽	Descarga del horno.
7	10	9 ⇒	○	⇒	□	▽	Transporte hacia la bodega
133,3	8083,25	3 ▽	○	⇒	□	▽	Bodega del producto terminado






Fuente: El autor

Tabla 4.21: Cursograma Analítico de los Accesorios de Baño

CURSOGRAMA ANALÍTICO							
Método actual	<input checked="" type="checkbox"/>						
Método propuesto	<input type="checkbox"/>						
Sujeto del Diagrama:	Proceso de producción de Accesorios de Baño. El diagrama inicia con la Materia Prima (Arcilla) y termina en la bodega.			Fecha: 22 de Mayo del 2013 Realizado por: Egda. Yesenia Chasi Diagrama # 2			
Departamento: Producción.		Hoja # 1 de 1					
Distancia m	Tiempo mint	Numeración	Símbolos del Diagrama				Descripción del Proceso
	480	1 ○	○	⇒	□	▽	Selección y pesaje de materia prima
3	480	2 ○	○	⇒	□	▽	Carga de materia prima al molino
	960	3 ○	○	⇒	□	▽	Molienda de materia prima
	10	1 □	○	⇒	□	▽	Verificación de la fórmula
2	10	1 ⇒	○	⇒	□	▽	Transporte de la borbotina hacia la tamizadora
10	60	4 ○ 2 ⇒	○	⇒	□	▽	Tamizado y transporte de borbotina hacia los tanques de reserva.
7	2,25	3 ⇒	○	⇒	□	▽	Transporte de borbotina hacia los moldes de yeso
	1,5	5 ○ 1 D	○	⇒	□	▽	Llenado de borbotina en los moldes de yeso
	40,5	6 ○ 2 D	○	⇒	□	▽	Vaceado de la borbotina
	30	7 ○	○	⇒	□	▽	Desmoldado de las piezas
9,8	5	3 D 4 ⇒	○	⇒	□	▽	Transporte de las piezas hacia el Área de pulido
	4	8 ○	○	⇒	□	▽	Pulido de los accesorios de baño
	2880	4 D	○	⇒	□	▽	Esperar a que las piezas esten secas para llevar al horno
6,5	5	5 ⇒	○	⇒	□	▽	Transporte de las piezas al Área de limpieza.
	5	9 ○	○	⇒	□	▽	Limpieza y carga al horno
	1200	10 ○ D	○	⇒	□	▽	Quema de crudo en hornos industriales (Primera Quema) y enfriamiento
25	8	6 ⇒	○	⇒	□	▽	Transporte al Área de almacenamiento de producto en proceso
	30	1 ▽	○	⇒	□	▽	Almacenamiento del producto en proceso.
	10	2 □	○	⇒	□	▽	Control de calidad.
	8	11 ○	○	⇒	□	▽	Esmaltado y vidriado de los accesorios de baño
5	30	12 ○ 2 ▽	○	⇒	□	▽	Limpieza de esmaltes de las bases de los accesorios
	48	7 ⇒	○	⇒	□	▽	Transporte de los accesorios de baño al Área de decoración
	480	6 D	○	⇒	□	▽	Decoración de los accesorios de baño
25	48	8 ⇒	○	⇒	□	▽	Transporte hacia los hornos
6	30	13 ○	○	⇒	□	▽	Limpieza de las piezas y carga al horno.
	1200	14 ○ D	○	⇒	□	▽	Quema de vidrio (Segunda quema)
	5	15 ○	○	⇒	□	▽	Descarga del horno.
7	10	9 ⇒	○	⇒	□	▽	Transporte hacia la bodega
106,3	8080	3 ▽	○	⇒	□	▽	Bodega del producto terminado






Fuente: El autor

Tabla 4.22: Resumen del Cursograma Analítico de los Dispensadores de Agua

DISPENSADORES DE AGUA		
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	NÚMERO
	Operación	17
	Transporte	9
	Verificación	2
	Almacenaje	3
	Espera	7

Fuente: El autor

Tabla 4.23: Resumen del Cursograma Analítico de los Accesorios de Baño

ACCESORIOS DE BAÑO		
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	NÚMERO
	Operación	15
	Transporte	9
	Verificación	2
	Almacenaje	3
	Espera	7

Fuente: El autor

4.4.13 CÁLCULO DEL TIEMPO DE TRANSPORTE MANUALMENTE Y LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

4.4.13.1 Dispensadores de agua

El tiempo empleado por los trabajadores en el transporte manual de 120 dispensadores de agua. En la Tabla 4.20.

$$t_1 = 8083,25 \frac{\text{min}}{120 \text{ dispensadores}}$$

$$t_1 = 67,36 \frac{\text{min}}{\text{dispensador}}$$

La capacidad de producción

$$Cp_1 = \frac{1}{t_1} \quad \text{Ec. (4.1)}$$

$$Cp_1 = 0,0148 \frac{\text{dispensadores}}{\text{min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} \times \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \times \frac{20 \text{ días}}{1 \text{ mes}}$$

$$Cp_1 = 142 \frac{\text{dispensadores}}{\text{mes}}$$

4.4.13.2 Accesorios de baño

El tiempo empleado por los trabajadores en el transporte manual de los accesorios de baño. En la Tabla 4.21.

$$t_2 = 8080 \frac{\text{min}}{137 \text{ accesorios de baño}}$$

$$t_2 = 58,97 \frac{\text{min}}{\text{accesorios de baño}}$$

La capacidad de producción Ec. (4.1)

$$Cp_2 = \frac{1}{t_2}$$

$$Cp_2 = 0,0169 \frac{\text{accesorios de baño}}{\text{min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} \times \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \times \frac{20 \text{ días}}{1 \text{ mes}}$$

$$Cp_2 = 162 \frac{\text{accesorios de baño}}{\text{mes}}$$

4.4.14 CÁLCULO DEL TIEMPO DE TRANSPORTE Y LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN IMPLEMENTANDO EL ASCENSOR CON ESTRUCTURA

Para la evaluación de la capacidad de producción implementando un Ascensor con estructura, se toma en cuenta la Norma EN 81-1 para ascensores que recomienda una velocidad nominal de 1,8 m/s. Para la distancia se consideró las alturas en cada piso de 3,33m de la Empresa “Novel”.

➤ Cálculo del tiempo

Piso Primero al Segundo

$$v = \frac{e}{t} \quad \text{Ec. (4.2)}$$

Donde:

v : Velocidad nominal

e : Distancia

t : Tiempo

Se despeja el tiempo de la Ec. (4.2)

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

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$t_{1-2} = \frac{3,33 \text{ m}}{1,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$t_{1-2} = 1,85 \text{ s}$$

$$t_{1-2} = 0,03 \frac{\text{min}}{\text{dispensador}}$$

Piso Segundo al Tercero

$$t_{2-3} = \frac{3,33 \text{ m}}{1,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$t_{2-3} = 1,85 \text{ s}$$

$$t_{2-3} = 0,03 \frac{\text{min}}{\text{dispensador}}$$

Piso Primero al Tercero

$$t_{1-3} = \frac{11 \text{ m}}{1,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$t_{1-3} = 6.11 \text{ s}$$

$$t_{1-3} = 0,10 \frac{\text{min}}{\text{dispensador}}$$

Se reemplaza los tiempos establecidos en los Cursogramas Analíticos de los Dispensadores de Agua y Accesorios de Baño.

Tabla 4.24: Cursograma Analítico de los Dispensadores de Agua (Ascensor con Estructura)

CURSOGRAMA ANALÍTICO								
Método actual	<input checked="" type="checkbox"/>							
Método propuesto	<input type="checkbox"/>							
Sujeto del Diagrama:	Proceso de producción de Dispensadores de Agua. El diagrama inicia con la Materia Prima (Arcilla) y termina en la bodega.		Fecha: 22 de Mayo del 2013 Realizado por: Egda. Yesenia Chasi Diagrama # 1					
Departamento: Producción.		Hoja # 1 de 1						
Distancia m	Tiempo min	Numeración	Símbolos del Diagrama				Descripción del Proceso	
	480	1 ○	○	⇒	□	▽	▷	Selección y pesaje de materia prima
3	480	2 ○	○	⇒	□	▽	▷	Carga de materia prima al molino
	960	3 ○	○	⇒	□	▽	▷	Molienda de materia prima
	10	1 □	○	⇒	□	▽	▷	Verificación de la fórmula
2	10,0	1 ⇒	○	⇒	□	▽	▷	Transporte de la borbotina hacia la tamizadora
10	60,0	4 ○ ⇒	○	⇒	□	▽	▷	Tamizado y transporte de borbotina hacia los tanques de reserva.
7	2,25	3 ⇒	○	⇒	□	▽	▷	Transporte de borbotina hacia los moldes de yeso
	1,5	5 ○ ▷	○	⇒	□	▽	▷	Llenado de borbotina en los moldes de yeso
	40,5	6 ○ ▷	○	⇒	□	▽	▷	Vaciado de la borbotina
	30,0	○	○	⇒	□	▽	▷	Desmoldado de las piezas
9,8	0,03	4 ⇒	○	⇒	□	▽	▷	Transporte de las piezas hacia el Área de pulido
	1,2	8 ○ ▷	○	⇒	□	▽	▷	Perforación del agujero para la llave de agua.
	4,0	9 ○	○	⇒	□	▽	▷	Pulido del dispensador
	2880	4 ▷	○	⇒	□	▽	▷	Esperar a que las piezas esten secas para llevar al horno
6,5	0,03	5 ⇒	○	⇒	□	▽	▷	Transporte de las piezas al Área de limpieza.
	0,10	10 ○	○	⇒	□	▽	▷	Limpieza y carga al horno
	1200	11 ○ ▷	○	⇒	□	▽	▷	Quema de crudo en hornos industriales (Primera Quema) y enfriamiento
23	0,10	6 ⇒	○	⇒	□	▽	▷	Transporte al Área de almacenamiento del producto en proceso
	10	1 ▽	○	⇒	□	▽	▷	Almacenamiento del producto en proceso.
	30,0	2 □	○	⇒	□	▽	▷	Control de calidad.
	0,03	12 ○	○	⇒	□	▽	▷	Vidriado interior del dispensador.
5	30	13 ○ ▷	○	⇒	□	▽	▷	Limpieza de la boca del dispensador y colocacion de la fecha de fabricacion.
	1,8	14 ○	○	⇒	□	▽	▷	Vidriado exterior
27	0,03	7 ⇒	○	⇒	□	▽	▷	Transporte de los dispensadores al Área de decoración
	0,1	6 ▷	○	⇒	□	▽	▷	Decoración de los dispensadores
27	0,10	8 ⇒	○	⇒	□	▽	▷	Transporte al Área de espera para ingresar al horno
6	30,0	15 ○	○	⇒	□	▽	▷	Limpieza del vidrio en la base del dispensador y carga al horno.
	1200	16 ○ ▷	○	⇒	□	▽	▷	Quema de vidrio (Segunda quema)
	5	17 ○	○	⇒	□	▽	▷	Descarga del horno.
7	0,10	9 ⇒	○	⇒	□	▽	▷	Transporte hacia la bodega
133,3	7466,87	3 ▽	○	⇒	□	▽	▷	Bodega del producto terminado

Fuente: El autor

Tabla 4.25: Cursograma Analítico de los Accesorios de Baño (Ascensor con Estructura)

CURSOGRAMA ANALÍTICO								
Método actual	<input checked="" type="checkbox"/>							
Método propuesto	<input type="checkbox"/>							
Sujeto del Diagrama:	Proceso de producción de Accesorios de Baño. El diagrama inicia con la Materia Prima (Arcilla) y termina en la bodega.			Fecha: 22 de Mayo del 2013	Realizado por: Egda. Yesenia Chasi Diagrama # 2			
Departamento: Producción.		Hoja # 1 de 1						
Distancia m	Tiempo mint	Numeración	Símbolos del Diagrama				Descripción del Proceso	
	480	1 ○	○	⇒	□	▽	▷	Selección y pesaje de materia prima
3	480	2 ○	○	⇒	□	▽	▷	Carga de materia prima al molino
	960	3 ○	○	⇒	□	▽	▷	Molienda de materia prima
	10	1 □	○	⇒	□	▽	▷	Verificación de la fórmula
2	10	1 ⇒	○	⇒	□	▽	▷	Transporte de la borbotina hacia la tamizadora
10	60	4 ○ 2 ⇒	○	⇒	□	▽	▷	Tamizado y transporte de borbotina hacia los tanques de reserva.
7	2,25	3 ⇒	○	⇒	□	▽	▷	Transporte de borbotina hacia los moldes de yeso
	1,5	5 ○ 1 ▷	○	⇒	□	▽	▷	Llenado de borbotina en los moldes de yeso
	40,5	6 ○ 2 ▷	○	⇒	□	▽	▷	Vaceado de la borbotina
	30	7 ○	○	⇒	□	▽	▷	Desmoldado de las piezas
9,8	0,03	3 ▷ 4 ⇒	○	⇒	□	▽	▷	Transporte de las piezas hacia el Área de pulido
	4	8 ○	○	⇒	□	▽	▷	Pulido de los accesorios de baño
	2880	4 ▷	○	⇒	□	▽	▷	Esperar a que las piezas esten secas para llevar al horno
6,5	5	5 ⇒	○	⇒	□	▽	▷	Transporte de las piezas al Área de limpieza.
	0,03	9 ○	○	⇒	□	▽	▷	Limpieza y carga al horno
	1200	10 ○ ▷	○	⇒	□	▽	▷	Quema de crudo en hornos industriales (Primera Quema) y enfriamiento
25	0,10	6 ⇒	○	⇒	□	▽	▷	Transporte al Área de almacenamiento de producto en proceso
	30	1 ▽	○	⇒	□	▽	▷	Almacenamiento del producto en proceso.
	10	2 □	○	⇒	□	▽	▷	Control de calidad.
	0,03	11 ○	○	⇒	□	▽	▷	Esmaltado y vidriado de los accesorios de baño
5	30	12 ○ 2 ▽	○	⇒	□	▽	▷	Limpieza de esmaltes de las bases de los accesorios
	0,03	7 ⇒	○	⇒	□	▽	▷	Transporte de los accesorios de baño al Área de decoración
	0,10	6 ▷	○	⇒	□	▽	▷	Decoración de los accesorios de baño
25	0,10	8 ⇒	○	⇒	□	▽	▷	Transporte hacia los hornos
6	30	13 ○	○	⇒	□	▽	▷	Limpieza de las piezas y carga al horno.
	1200	14 ○ ▷	○	⇒	□	▽	▷	Quema de vidrio (Segunda quema)
	5	15 ○	○	⇒	□	▽	▷	Descarga del horno.
7	0,1	9 ⇒	○	⇒	□	▽	▷	Transporte hacia la bodega
106,3	7469	3 ▽	○	⇒	□	▽	▷	Bodega del producto terminado

Fuente: El autor

4.4.14.1 Dispensadores de agua

El tiempo empleado por los trabajadores en el transporte manual de 120 dispensadores de agua. En la Tabla 4.24.

$$t_1 = 7466,9 \frac{\text{min}}{120 \text{ dispensadores}}$$

$$t_1 = 66,22 \frac{\text{min}}{\text{dispensador}}$$

La capacidad de producción

$$Cp_1' = \frac{1}{t_1'}$$

$$Cp_1' = 0,160 \frac{\text{dispensadores}}{\text{min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} \times \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \times \frac{20 \text{ días}}{1 \text{ mes}}$$

$$Cp_1' = 154 \frac{\text{dispensadores}}{\text{mes}}$$

4.4.14.2 Accesorios de baño

El tiempo empleado por los trabajadores en el transporte manual de los accesorios de baño. En la Tabla 4.25.

$$t_2 = 7469 \frac{\text{min}}{137 \text{ accesorios de baño}}$$

$$t_2 = 54,51 \frac{\text{min}}{\text{accesorios de baño}}$$

La capacidad de producción Ec. (4.1)

$$Cp_2' = \frac{1}{t_2'}$$

$$Cp_2' = 0,0183 \frac{\text{dispensadores}}{\text{min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} \times \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \times \frac{20 \text{ días}}{1 \text{ mes}}$$

$$Cp_2' = 176 \frac{\text{accesorios de baño}}{\text{mes}}$$

La capacidad de producción por transporte de un Ascensor con estructura es mayor que la capacidad de producción por transporte manual por lo que se demuestra que es conveniente el sistema de elevación.

$$Cp_1' > Cp_1 \quad OK.$$

$$Cp_2' > Cp_2 \quad OK.$$

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.2.1 ANÁLISIS DE LOS TIPOS DE SISTEMAS DE ELEVACIÓN

- Mediante el Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados, se realizó la valoración de parámetros para la selección del Sistema de Elevación en donde se consideró lo siguiente: costo, manufactura, capacidad de carga, tamaño y mantenimiento como muestra la Tabla 4.7.
- La Tabla 4.12 muestra la selección del Mecanismo adecuado en donde se tomó en cuenta los siguientes parámetros: costo, confiabilidad y mantenimiento.
- En la Tabla 4.19 se observa que de las alternativas propuestas predomina un Sistema de Control con PLC con los siguientes parámetros de valoración: seguridad, costo, confiabilidad, fácil manejo y mantenimiento.

4.2.2 EVALUACIÓN DEL NIVEL DE PRODUCCIÓN

- Mediante un Cursograma Analítico se tomó los tiempos invertidos en el proceso de producción de 120 dispensadores de agua como muestra la Tabla 4.20, dando un tiempo de 8083,25 min.

- Se determinó el tiempo para los 137 accesorios de baño en el Cursograma Analítico de 8080 min como indica la Tabla 4.21.
- Se tomó en cuenta la Norma EN 81-1 para ascensores que indica la velocidad de 1,8 m/s, dando como resultado un aumento en la capacidad de producción de doce dispensadores de agua y trece accesorios de baño al mes.

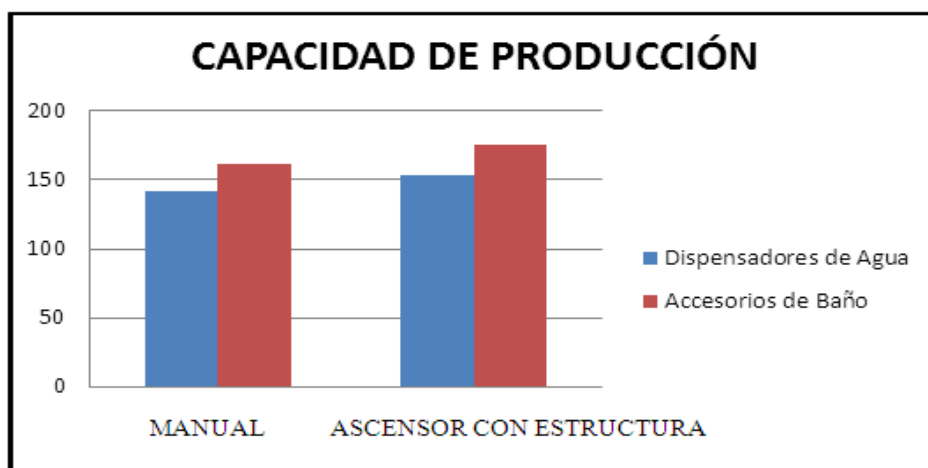
4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Tabla 4.26: Capacidad de Producción

TIPO DE TRANSPORTE	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN
MANUAL	$Cp_1 = 142 \frac{\text{dispensadores}}{\text{mes}}$
	$Cp_2 = 162 \frac{\text{accesorios de baño}}{\text{mes}}$
ASCENSOR CON ESTRUCTURA	$Cp_1' = 154 \frac{\text{dispensadores}}{\text{mes}}$
	$Cp_2 = 176 \frac{\text{accesorios de baño}}{\text{mes}}$

Fuente: El autor

Figura 4.9: Capacidad de Producción



Fuente: El autor

De acuerdo a los resultados mostrados en la Figura 4.9 se demuestra un incremento en la capacidad de producción debido a que el tiempo de transporte es menor que el realizado manualmente, por lo tanto “El sistema de elevación para el transporte de productos cerámicos en la empresa Novel de la ciudad de Latacunga incide en el nivel de producción”

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Mediante el Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados, se realizó un análisis de sistemas de elevación, mecanismos y sistemas de control considerando parámetros como: seguridad, costo, manufactura, capacidad de carga, confiabilidad, tamaño y mantenimiento dando como resultado: el Ascensor con estructura con una valoración de 4,42; el mecanismo seleccionado es la polea con una valoración de 1,67; el sistema de control es el Plc con una valoración de 2,0.
- La evaluación del nivel de producción se realizó mediante un Cursograma Analítico para la toma de actividades y tiempos de forma manual durante el transporte de los dispensadores de agua y accesorios de baños, dando como resultado una capacidad de producción al mes de 142 y 162 respectivamente.
- Se evaluó la capacidad de producción considerando el transporte de los productos cerámicos mediante el Ascensor con estructura y la Norma EN1 que indica la velocidad nominal de 1,8 m/s, dando como resultado un aumento en la capacidad de producción de 154 dispensadores de agua y 176 accesorios de baño al mes, de esta manera se mejora el nivel de producción.

- Según las alternativas analizadas en el Capítulo IV, se concluye que la mejor opción es el Ascensor con estructura cuya característica principal es su rigidez de manera que permita el transporte de los productos cerámicos en la Empresa “Novel” con lo que se mejor la capacidad de producción.
- Mediante las fuentes bibliográficas mencionadas y citadas en este proyecto de tesis, se ha determinado las características y especificaciones técnicas, básicas que han sido tomadas en cuenta en cada uno de sus detalles para el diseño y la selección de los componentes del ascensor.
- De la rigidez de la estructura dependerá que el sistema de rieles de la cabina trabaje sin atascos, así como evitará que la estructura no sufra deformaciones cíclicas a la vez originadas por cargas cíclicas que den como resultado riesgo de falla por fatiga en posibles puntos de concentración de esfuerzos en el sistema.
- El análisis de resultados de las capacidades de producción dio como resultado positivo el estudio de un Ascensor con estructura para el transporte de los productos cerámicos frente al transporte manual.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda una distribución de las áreas de trabajo mediante un estudio de tiempos y movimientos.
- Mejorar la maquinaria que se encuentre en estado obsoleto de manera que ayude a obtener una mayor productividad y calidad en el producto final.
- Se recomienda poner más atención a la distribución en planta ya que el recorrido durante el proceso es demasiado largo causando tiempos improductivos que afectan directamente al nivel de productividad en la Empresa Novel.
- Realizar un estudio ergonómico para mejorar el bienestar de los trabajadores.

- Diseñar un sistema de elevación electromecánico para el transporte de productos cerámicos en la Empresa “Novel”.
- Se recomienda el mantenimiento adecuado con el fin de aumentar la vida útil de la maquinaria.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

TEMA: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ELEVACIÓN ELECTROMECAÁNICO PARA EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS CERÁMICOS EN LA EMPRESA “NOVEL” DE LA CIUDAD DE LATACUNGA Y SU INCIDENCIA EN EL NIVEL DE PRODUCCIÓN.

6.1. DATOS INFORMATIVOS

La propuesta es el diseño de la estructura de un ascensor de tal manera que sea segura, ocupe el mínimo espacio físico destinado para ella y que sea productiva para la empresa de Cerámica “Novel”

Tabla 6.1: Datos generales de la propuesta

DATOS GENERALES DE LA PROPUESTA	
<i>Ejecutor</i>	<i>Yesenia Maribel Chasi Cajas</i>
<i>Descripción</i>	<i>Ascensor</i>
<i>Proceso</i>	<i>Diseño</i>
<i>Beneficiario</i>	<i>Empresa NOVEL</i>

Fuente: El autor

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Chávez, D. & Terán, D. (2013) *Diseño y selección de los componentes de un ascensor panorámico que facilite la circulación vertical de personas discapacitadas en las instalaciones del nuevo campus de la ESPE-L*. Ciudad de Latacunga. Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico. Escuela Politécnica Nacional, concluyeron lo siguiente:

- La implementación real de este proyecto de grado resulta factible si su producción se realiza en masa o al por mayor, haciendo de esta forma que los precios de los componentes se reduzcan considerablemente y poder construir de manera favorable al factor económico, siendo de otra manera resultaría inadecuado debido a la existencia de empresas netamente constructoras de ascensores con precios de implementación más accesibles que los resultados en este proyecto.
- El proyecto implementado ha permitido investigar y aplicar los conocimientos adquiridos en libros, aulas, laboratorios durante el proceso de formación profesional.
- Mediante las fuentes bibliográficas mencionadas, se ha determinado las características y especificaciones técnicas, básicas que han sido tomadas en cuenta en cada uno de sus detalles para el diseño y la selección de los componentes del ascensor.

6.3. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto es elaborado principalmente para reducir tiempos de transporte del producto en la empresa “Novel” mediante el diseño de un sistema de elevación.

El interés del diseño de un ascensor aplicable a dicha planta, se debe a la necesidad que tiene la empresa de transportar su producto de manera adecuada,

entre las áreas que se elabora el producto disminuyendo tiempo, lo que se preveé permita aumentar el nivel de producción.

6.4. OBJETIVOS

- Elaborar el diseño de un ascensor para cubrir las necesidades de transporte en el proceso de producción para la empresa “Novel”.
- Diseñar y calcular de elementos mecánicos.
- Aplicar un Software en el diseño de elementos.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La investigación es factible, ya que se tiene la predisposición de la empresa en la información básica del proceso de producción, permitiendo desarrollar una propuesta de estrategias para alcanzar su objetivo, siendo el proceso de indagación la observación directa de los parámetros aplicados para el transporte del producto en las diferentes áreas, herramientas importantes de la confiabilidad, donde se pretende que la empresa implemente el ascensor.

6.6. FUNDAMENTACIÓN

PARÁMETROS

- Seguridad.
- Mantenibilidad.
- Confiabilidad.
- Bajo costo.
- Carga máxima a elevar 2 toneladas
- Sistema electrodinámico.
- Espacio físico.

6.6.1 GENERACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Para realizar el análisis estructural del elevador, se tomó en cuenta las limitaciones físicas del espacio, la altura a elevar, las condiciones de la carga de trabajo, el uso de perfilera existentes en el mercado nacional, condiciones de empotramiento, entre otras.

6.6.2 LIMITACIONES FÍSICAS

La estructura del elevador a diseñar tendrá 2,0 m de frente, por 3 m de lado y 11 m de altitud, de acuerdo al espacio físico disponible en la Empresa “Novel”.

Se colocará un espacio destinado para las contrapesas de 0,9 m x 1,50 m. El espacio en donde se ubicará la canastilla que deberá soportar una carga máxima de 2 Tn.

Cabe indicar que en la parte superior se dispondrá de un motor, que será soportado por una viga.

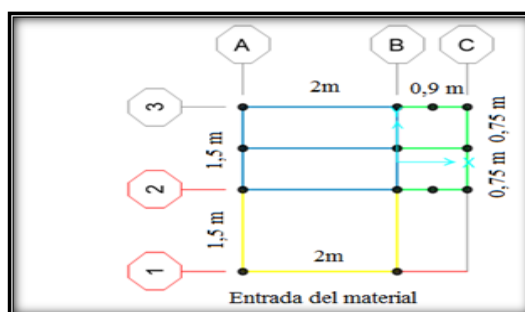


Figura 6.1: Dimensiones de la base

Fuente: El autor

6.6.3 CONDICIONES DE EMPOTRAMIENTO

Para el presente estudio se consideró que la estructura debe estar totalmente empotrada en su base.

Los nodos estarán rígidos.

6.6.4 ESQUEMA DE LA PROPUESTA DE DISEÑO

1. Estructura del ascensor
2. Cabina
3. Columna del ascensor

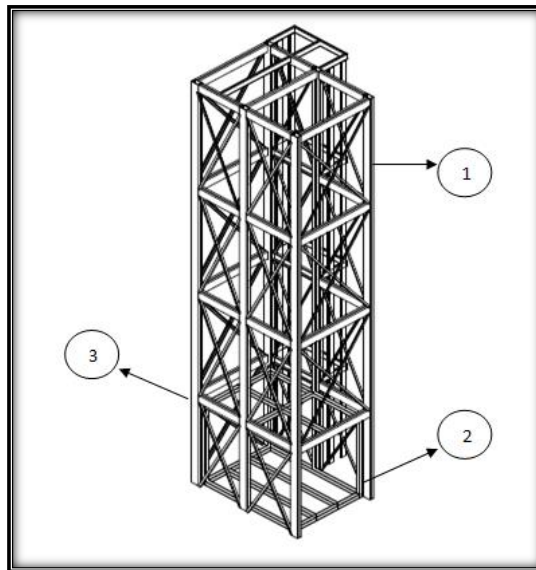


Figura 6.2: Esquema del Ascensor

Fuente: El autor

6.6.5 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

6.6.5.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO ASTM

Para realizar el presente proyecto, primero es necesario determinar las propiedades mecánicas del acero ASTM, en el cual se detallan los parámetros necesarios y que serán utilizados para la correcta construcción del proyecto.

Mediante la determinación de estos parámetros del acero ASTM, se comenzará a realizar los cálculos numéricos, los cuales determinarán un correcto diseño.

Tabla 6.2: Propiedades mecánicas de acero ASTM

ESTRUCTURA ASTM	RESISTENCIA A LA FLUENCIA (MPA)	ESFUERZO MÍNIMO DE FLUENCIA Fy, klb/pulg ²	RESISTENCIA ESPECIFICADA MÍNIMA A LA TENSIÓN Fu, klb/pulg ²
A36	250	36, pero 32 si el espesor es mayor de 8 plg	50-80

Elaborado por: El autor

6.6.5.2 DETERMINACIÓN DE LA CARGA

a. Cargas

Para un diseñador de estructuras de acero es necesario hacer una estimación precisa de las cargas vivas y muertas que recibirá una estructura en su vida útil. No debe omitirse la consideración de cualquier carga que puede llegar a presentarse. Después de que se han estimado las cargas es necesario investigar las combinaciones más desfavorables que pueden ocurrir en un momento dado.

b. Cargas vivas

Las cargas vivas corresponden al peso de los elementos que no son fijos en la estructura, y se relacionan de acuerdo con el uso de la misma.

Se considera 2 Tn de carga viva entre los dispensadores de agua, accesorios de baño y el peso de una persona.

$$Carga\ viva = 2\ Tn \times \frac{1000\ kgf}{1\ Tn} \times \frac{2,205\ lbf}{1\ kgf} = 4410\ lbf$$

c. Cargas muertas

Las cargas muertas corresponden al peso de los elementos fijos de la estructura y el peso de la estructura. Está relacionado con los materiales con los cuales están contruidos estos elementos.

$$Carga\ muerta = Peso\ de\ la\ cabina + Peso\ del\ motor + Peso\ del\ cable$$

$$Carga\ muerta = 1\ Tn \times \frac{1000\ kgf}{1\ Tn} \times \frac{2,205\ lbf}{1\ kgf} = 2205\ lbf$$

d. Carga total soportar

Para la carga total a soportar se suman los datos de las cargas vivas y los datos de las cargas muertas.

$$Carga\ total = Carga\ viva + Carga\ muerta$$

$$Carga\ total = 2\ Tn + 1\ Tn$$

$$Carga\ total = 4410\ lbf + 2205lbf$$

$$Carga\ total = 6615\ lbf$$

6.6.5.3 CÁLCULO DEL PERFIL DE LAS COLUMNAS

Se asume el perfil rectangular 4 x 2 x 5/16 mediante el Manual ASD.

a. Cálculo de la relación de esbeltez

La relación de esbeltez es el cociente de la longitud efectiva de la columna entre su radio de giro mínimo.

$$\frac{KL}{r} \qquad \qquad \qquad Ec. (6.1)$$

Donde:

K = Factor de la longitud efectiva

L = Longitud real de la columna entre los soportes [*pulg*]; (11m)

r = Radio de giro mínimo [*pulg*]

A continuación se detalla los valores de K para obtener la longitud efectiva. Para distintos tipos de conexiones en los extremos.

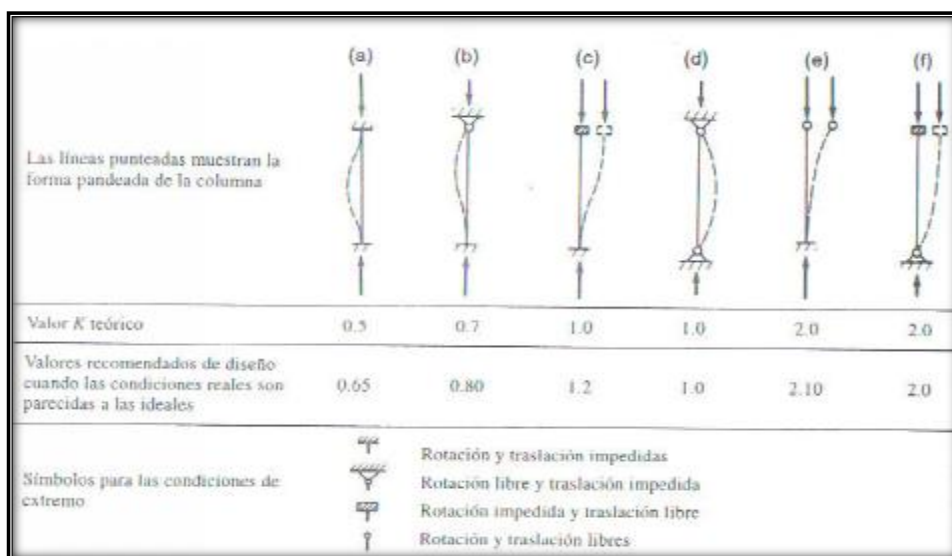


Figura 6.3: Valor K para la longitud efectiva

Fuente: Diseño de Estructuras Metálicas. McCormac

En este caso la columna esta empotrada y se toma el valor de $K = 0,5$.

Al reemplazar valores, en la Ec. 6.1 se tiene:

$$\text{Relación de esbeltez} = \frac{0,5 \times 433,0708 \text{ pulg}}{0.743 \text{ pulg}}$$

$$\text{Relación de esbeltez} = 291,4339$$

b. Cálculo de la constante de la columna (Cc), que establecerá si la columna es larga o corta

La constante de la columna Cc depende del valor de la relación de esbeltez real de la columna que se analiza, comparando con la relación de esbeltez de transición, constante de columna Cc y se define mediante la siguiente ecuación:

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{S_y}} \quad \text{Ec. (6.2)}$$

Donde:

E = Módulo de elasticidad (kpsi) del material de la columna

Sy = Resistencia de fluencia (kpsi) del material

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \times \pi^2 \times 29000 \text{ kpsi}}{36 \text{ kpsi}}}$$
$$C_c = 126,099$$

Una vez calculado este parámetro, se procede a realizar una comparación entre la relación de esbeltez y la constante de la columna, para determinar si la columna es larga o corta y saber que análisis emplear:

- Si la relación de esbeltez KL/r es mayor que Cc , se deberá utilizar la fórmula de Euler.

$$F_a = \frac{12 \pi^2 E}{23(KL/r)^2} \quad \text{Ec. (6.3)}$$

- Si la relación de esbeltez KL/r es menor que C_c , se utilizará la fórmula parabólica propuesta por el Structural Stability Research Council.

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2C_c^2}\right] F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3(KL/r)}{8C_c} - \frac{(KL/r)^2}{8C_c^3}} \quad \text{Ec. (6.4)}$$

A continuación se realiza la comparación ya mencionada entre la relación de esbeltez y la constante de la columna: $291,4339 > 126,099$

De la comparación realizada, se procede aplicar la fórmula de Euler Ec. (6.3) para calcular el Esfuerzo axial permisible.

$$F_a = \frac{12 \times \pi^2 \times 29000 \text{ kpsi}}{23(291,4339)^2}$$

$$F_a = 1,7582 \text{ kpsi}$$

Calculamos la carga permisible aplicando la siguiente ecuación.

$$P = F_a \times A \quad \text{Ec. (6.5)}$$

Donde:

P = Carga permisible

Fa = Esfuerzo axial permisible

A = Área del perfil

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$P = 1,7582 \text{ kpsi} \times 3.11 \text{ pulg}^2 = 5,468 \text{ klb}$$

La fuerza total está dividida para dos pórticos lo cual se establece que la carga neta estará repartida en un 50% entre las dos columnas.

$$\text{Peso de la columna} = \frac{6615 \text{ lbf}}{2}$$

$$\text{Peso de la columna} = 3307,5 \text{ lbf}$$

Para que el perfil seleccionado sea el correcto se realiza la comparación: la carga permisible debe ser mayor que la carga aplicada en la columna.

$$P_{cr} > P_c$$

$$5,468 \text{ klb} > 3,3075 \text{ OK}$$

6.6.5.4 CÁLCULOS DE LA VIGA PRINCIPAL

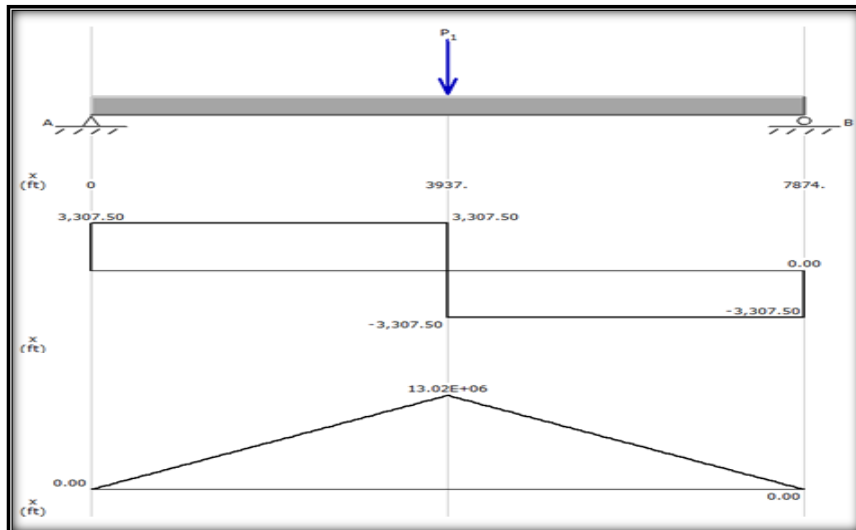


Figura 6.4: Representación gráfica con la carga puntual

Fuente: El autor

a. Cálculo de las reacciones en la viga

Datos:

Carga puntual = P1 = 6615 lbf

RA=?

RB=?

$$\sum Fy = 0$$

$$RA + RB - F = 0$$

$$RA + RB = F$$

$$RA = F - RB$$

$$RA = F - \frac{F}{2}$$

$$RA = \frac{2F - F}{2}$$

$$RA = \frac{F}{2}$$

$$RA = \frac{6615 \text{ lbf}}{2}$$

$$RA = 3307,5 \text{ lbf}$$

Por simetría $RA = RB$

b. Cálculo del momento flector máximo

El momento flector máximo se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$M = \frac{FL}{4} \quad \text{Ec. (6.6)}$$

Donde:

M = Momento flector máximo

F = Fuerza

L = Longitud

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$M = \frac{6615 \text{ lbf} \times 78,74 \text{ pulg}}{4}$$

$$M = 130216,275 \text{ lbf pulg}$$

c. Cálculo del esfuerzo permisible

$$Fb = 0,66Fy \quad \text{Ec. (6.7)}$$

Donde:

Fb = Esfuerzo permisible

Fy = Esfuerzo mínimo de fluencia

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$Fb = 0,66 \times 36 \text{ kpsi}$$

$$Fb = 23,76 \text{ kpsi} \approx 24 \text{ kpsi}$$

d. Cálculo del módulo de sección requerido

El módulo de sección necesario para que la viga tenga suficiente resistencia a la flexión puede obtenerse con la fórmula de la flexión

$$S = \frac{M}{Fb} \quad \text{Ec. (6.8)}$$

Donde:

S = Módulo de sección

M = Momento máximo

Fb = Esfuerzo permisible

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$S = \frac{130216,5354 \text{ lbf pulg}}{2400 \text{ lbf/pulg}^2}$$

$$S = 5,42 \text{ pulg}^3$$

Se selecciona el perfil W 10 x 12

Comprobación

$$M = M + \frac{ql^2}{8} \quad \text{Ec. (6.9)}$$

$$M = 130216,5354 \text{ lbf pulg} + \frac{0,012 \text{ lb/pulg} (78,74 \text{ pulg})^2}{8}$$

$$M = 130225,5354 \text{ lb pulg}$$

Utilizando la Ec. 6.8

$$S = \frac{M}{Fb}$$

$$S = \frac{130225,5354 \text{ lbf pulg}}{24000 \text{ lbf/pulg}^2}$$

$$S = 5,426 \text{ pulg}^3$$

El módulo de sección del perfil W 10 x 12 es: $S_x = 10,9 \text{ pulg}^3$

Por lo tanto:

$$S < S_x$$

$$5,426 \text{ pulg}^3 > 10,9 \text{ pulg}^3 \quad \text{OK}$$

6.6.5.5 CÁLCULO DE LAS GUÍAS Y SELECCIÓN DE LOS PERFILES

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

También el contrapeso tiene guías, que en general no tienen más misión que conducirlo, aunque en algunos casos, deben soportar al contrapeso en sí en caso de rotura de los cables de suspensión.

a. CÁLCULO DE GUÍAS DE LA CABINA

Según la normativa europea las guías de los ascensores deben tener la suficiente resistencia mecánica para soportar sin romperse ni sufrir deformaciones permanentes. El material utilizado son los aceros al carbono y aleados que tienen una resistencia a la tracción mínima de 370 MPa y 520 MPa como máximo, lo cual indica que el material es el seleccionado para la construcción de este tipo de guías para ascensores. El desplazamiento de la cabina se asegura por medio de perfiles en forma de T y V invertida. Para este caso se utiliza preferiblemente los perfiles en forma de T.

Normalmente se utilizan para las guías de cabina los perfiles de sección que constan entre T-70/9 y T-90/16 que son utilizados comúnmente y son recomendados por estándares europeos; estando definidas las variables de las cotas de este tipo de perfil y sus medidas. Fig. (6.5)

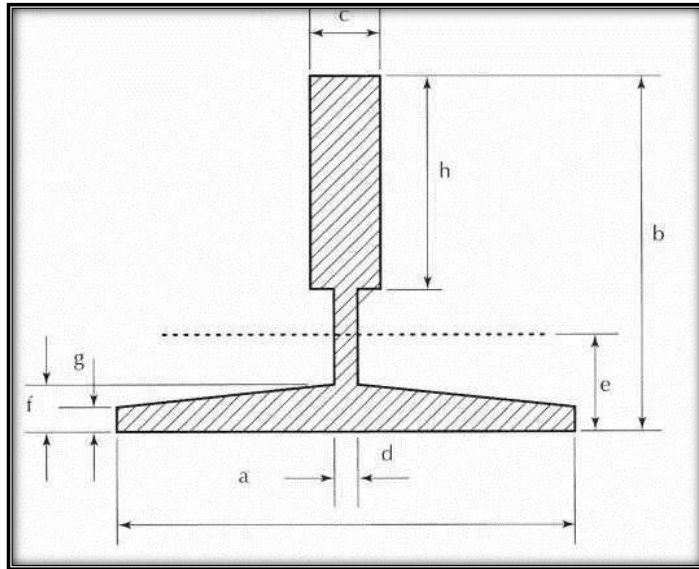


Figura 6.5: Perfil T para guías de ascensor (Cotas)

Fuente: Elevadores principios e innovaciones. Antonio Miravete /Emilio Larrodé

Tabla 6.3: Medidas para perfiles de guías tipo T

COTAS DE LAS GUÍAS DE LA CABINA (1-70/9 e 1-90/16)									
TIPO	a	b	c	d	f	R	h	Sección	Peso
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm²	kg/m
1-70/9	70	65	9	6	8	6	34	9.37	7.30
1-90/16	90	75	16	8	10	8	42	16.90	13.25

Fuente: Antonio Miraviete/Emilio Larrodé (2007)

Se procede con el cálculo partiendo de los datos de diseño del ascensor como son:

$$Q_T = 3Tn = 6615 \text{ lbf} = 3006,81 \text{ kg Carga total}$$

$a = 2000 \text{ mm}$ Ancho de la cabina.

$m_g = 0,00832 \text{ kg/mm}$ Peso de las guías por metro expresado en mm.

$S = 1060 \text{ mm}^2$ Sección de las guías.

$I_x = 44,5 \text{ cm}^4$ Momento de inercia al eje x.

$I_y = 22,1 \text{ cm}^4$ Momento de inercia al eje y.

$i = 14,2 \text{ mm}$ Radio de giro en el eje y.

$l_k = 2000 \text{ mm}$ Distancia de fijaciones para las guías.

Se empieza con el cálculo de la reacción causada debido al paracaídas de rodillo instantáneo en la frenada brusca del ascensor Ec. (6.10), tomando en cuenta que para el diseño se toman las circunstancias más desfavorables para el caso.

$$R_v = m_g \times l_k + 1,5 \times Q_T \quad \text{Ec. (6.10)}$$

Donde:

R_v = Reacción causada por el paracaídas del rodillo [kg]

m_g = Peso de las guías por metro expresada en mm [kg/mm]

Q_T = Carga total [kg]

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$R_v = 0,00832 \frac{\text{kg}}{\text{mm}} \times 2000 \text{ mm} + 1,5 \times 3006,81 \text{ kg}$$

$$R_v = 4526,85 \text{ kg}$$

Se obtiene el valor del coeficiente de trabajo máximo como se muestra a continuación, partiendo del tipo de material conocido, por medio de interpolación lineal sencilla.

Según la norma EN 81-1, el coeficiente máximo de trabajo para guías de ascensores, por la actuación de esfuerzos de frenada provocado por el paracaídas son los siguientes:

140MPa para guías de acero de 370 N/mm²

x MPa para guías de acero de 420 N/mm²

210MPa para guías de acero de 5200 N/mm²

$$\frac{210 - 140}{520 - 370} = \frac{x - 140}{520 - 420}$$

$$T_{m\acute{a}x} = 186,66 \text{ MPa}$$

$T_{m\acute{a}x}$ es el coeficiente con el cual debe trabajar dicho perfil T-70/9 AISI 1200 HR.

Con los datos anteriormente propuestos se procede a determinar el coeficiente de esbeltez Ec. (6.11), a fin de comprobar la validez de este perfil seleccionado para los esfuerzos de frenado durante la actuación del paracaídas.

Factor de esbeltez

$$\lambda = \frac{l_k}{i} \quad \text{Ec. (6.11)}$$

Donde:

λ = Factor de esbeltez

l_k = Distancia entre los anclajes de las guías [mm]

i = Radio de giro mínimo del perfil de la guía [mm]

$$\lambda = \frac{2000 \text{ mm}}{14,4 \text{ mm}}$$

$$\lambda = 138,98 \approx 139$$

Con la ayuda de la tabla **ANEXO A3** y **ANEXO A4**, se procede a calcular el coeficiente ω de aumento de cargas de pandeo mediante interpolación lineal simple.

$$370 \text{ MPa} \quad \lambda = 139 \quad \omega = 3,26$$

$$420 \text{ MPa} \quad \lambda = 139 \quad \omega = ?$$

$$520 \text{ MPa} \quad \lambda = 139 \quad \omega = 4,89$$

$$\frac{4,89 - 3,26}{520 - 370} = \frac{x - 3,26}{520 - 420}$$

$$\omega = 4,346$$

Una vez determinado el coeficiente de aumento de cargas de pandeo se procede a calcular el coeficiente de trabajo Ec. (6.12), con que trabajan las guías con los esfuerzos de frenado del paracaídas.

El coeficiente de trabajo real es diferente para cada uno de los tipos de paracaídas.

$$T_g = \frac{10 \times Q}{S} \times \omega \quad \text{Ec. (6.12)}$$

Donde:

T_g : Coeficiente de trabajo real [MPa]

ω : Coeficiente de aumento de cargas por pandeo

Z : Carga total [kg]

S : Sección de la guía utilizada para el contrapeso [mm²]

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$T_g = \frac{10 \times 3000 \text{ kg}}{566 \text{ mm}^2} \times 4,346$$

$$T_g = 123,0169 \text{ MPa}$$

Entonces el valor obtenido debe ser menor que el coeficiente de trabajo obtenido inicialmente para este acero de 420 MPa (AISI 1020 HR), así cumpliendo con el factor mínimo de seguridad.

$$T_g < T_{m\acute{a}x}$$

$$123,0169 \text{ MPa} < 186,66 \text{ MPa} \quad OK$$

Se obtiene un factor de seguridad correcto dentro del margen y superior a las expectativas por lo cual el perfil seleccionado es el correcto para la aplicación.

$$FS = \frac{420}{129,838}$$

$$FS = 3,23 \quad OK$$

b. CÁLCULO DE GUÍAS DEL CONTRAPESO

De la misma manera que el caso del cálculo de las guías de cabina, se empieza con los datos de las guías del contrapeso que se va a utilizar para comprobar si su diseño es el correcto. **ANEXO A-5.**

$m_g = 0,00444 \text{ kg/mm}$ Peso de las guías por metro expresado en mm.

$l_k = 1500 \text{ mm}$ Se reduce debido a que la sección y el momento de inercia de este perfil es menor a comparación del perfil para la cabina.

$i = 10,3 \text{ mm}$ Radio de giro en el eje y.

$S = 1060 \text{ mm}^2$ Sección de las guías.

$I_x = 12,1 \text{ cm}^4$ Momento de inercia al eje x.

$I_y = 6,06 \text{ cm}^4$ Momento de inercia al eje y.

Se empieza calculando el factor de esbeltez con la Ec. (6.11), para posteriormente calcular el coeficiente ω de aumento de cargas de pandeo mediante interpolación lineal simple.

$$\lambda = \frac{1500 \text{ mm}}{10,3 \text{ mm}}$$

$$\lambda = 145,8 \approx 146$$

$$370 \text{ MPa} \quad \lambda = 146 \quad \omega = 3,60$$

$$420 \text{ MPa} \quad \lambda = 146 \quad \omega = ?$$

$$520 \text{ MPa} \quad \lambda = 146 \quad \omega = 5,40$$

$$\frac{5,40 - 3,60}{520 - 370} = \frac{x - 3,60}{520 - 420}$$

$$\omega = 4,8$$

El coeficiente de trabajo real, que permite determinar si el perfil puede trabajar en las condiciones establecidas sin problemas.

$$T_g = \frac{10 \times Z}{S} \times \omega \quad \text{Ec. (6.13)}$$

Donde:

T_g : Coeficiente de trabajo real [MPa]

ω : Coeficiente de aumento de cargas por pandeo

Z: Masa del contrapeso[kg]

S: Sección de la guía utilizada para el contrapeso[mm²]

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$T_g = \frac{10 \times 1531,014 \text{ kg}}{566 \text{ mm}^2} \times 4,8$$

$$T_g = 129,838 \text{ MPa}$$

$$T_g < T_{\text{máx}}$$

$$129,838 \text{ MPa} < 186,66 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

Se obtiene un factor de seguridad correcto dentro del margen y superior a las expectativas por lo cual el perfil seleccionado es el correcto para la aplicación.

$$FS = \frac{420}{129,838}$$

$$FS = 3,23 \quad \text{OK}$$

6.6.5.6 SELECCIÓN DE PERFILES PARA LOS ARRIOSTRAMIENTOS

Intervalo de cargas:

Para tensión máxima:

$$T = \text{Muerta} + \text{Viva}$$

$$T = 2,205 \text{ klb} + 4,41 \text{ klb}$$

$$T = 6,615 \text{ klb}$$

Para compresión:

$$C = \text{Muerta} - \text{Viva}$$

$$C = 2,205 \text{ klb} - 0 \text{ klb}$$

$$C = 2,205 \text{ klb}$$

En el caso de compresión la carga viva es nula en vista que va a estar en reposo el ascensor.

Por lo tanto los miembros permanecen a tensión

Esfuerzo permisible esta expresado

$$F_t = 0,6 F_y \quad \text{Ec. (6.14)}$$

Calculamos el área requerida

$$A_{req} = \frac{T}{0,60 F_y} \quad \text{Ec. (6.15)}$$

Donde:

A_{req} : Área requerida

T : Tensión

F_y : Esfuerzo mínimo de fluencia

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$A_{req} = \frac{6,615 \text{ klb}}{0,60 (36 \text{ kpsi})}$$

$$A_{req} = 0,30625 \text{ plg}^2$$

Seleccionamos: $2 \times 2 \times 1/8$ $A = 0,484 \text{ plg}^2$ $r_y = 0,626 \text{ plg}$

Calculamos el esfuerzo máximo permisible mediante la Ec. (6.16)

$$f_{t_{m\acute{a}x}} = \frac{T_{m\acute{a}x}}{A} \quad \text{Ec. (6.16)}$$

Donde:

$f_{t_{m\acute{a}x}}$: Esfuerzo máximo permisible

$T_{m\acute{a}x}$: Tensión Máxima

A: rea

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$f_{t_{m\acute{a}x}} = \frac{6,615 \text{ klb}}{0,484 \text{ plg}^2}$$

$$f_{t_{m\acute{a}x}} = 13,667 \text{ klb/plg}^2$$

Calculamos el esfuerzo mínimo permisible mediante la ecuación

$$f_{t_{min}} = \frac{T_{min}}{A} \quad \text{Ec. (6.17)}$$

Donde:

$f_{t_{min}}$: Esfuerzo mínimo permisible [klb/plg^2]

T_{min} : Tensión Mínima [klb]

A: rea [plg^2]

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$f_{t_{min}} = \frac{2,205 \text{ klb}}{0,484 \text{ plg}^2}$$

$$f_{t_{min}} = 4,5557 \text{ klb/plg}^2$$

Calculamos el esfuerzo permisible total

$$\Delta_{ft} = f_{t_{m\acute{a}x}} - f_{t_{min}} \quad \text{Ec. (6.18)}$$

$$\Delta_{ft} = 13,667 \text{ klb/plg}^2 - 4,5557 \text{ klb/plg}^2$$

$$\Delta_{ft} = 9,10 \text{ kpsi}$$

$$\Delta_{ft} = 9,10 \text{ kpsi} < 13 \text{ kpsi} \quad OK$$

Comprobación

$$T = 0,6 \times F_y \times A_g \quad Ec. (6.19)$$

Donde:

F_y : Esfuerzo mínimo de fluencia [kpsi]

A_g : Área [plg²]

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$T = 0,6 \times 36 \text{ kpsi} \times 0,484 \text{ plg}^2$$

$$T = 10,4544 \text{ klb}$$

$$T = 10,4544 \text{ klb} > 6,615 \text{ klb} \quad OK$$

Calculamos la relación esbeltez aplicando la Ec. (6.1).

$$\frac{L}{r} = \frac{120,8 \text{ plg}}{0,626 \text{ plg}}$$

$$\frac{L}{r} = 193 < 300 \quad OK$$

No conviene considerar una sección cuyo radio de giro mínimo r sea menor que el obtenido de la relación de esbeltez máxima de 300, por lo que:

$$r_{min} = \frac{L}{300} \quad Ec. (6.20)$$

Donde:

r_{min} : Radio de giro mínimo

L : Longitud del elemento

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$r_{min} = \frac{120,82 \text{ plg}}{300}$$

$$r_{min} = 0,4 \text{ plg}$$

$$r_y > r_{min}$$

$$0,626 \text{ plg} > 0,4 \text{ plg} \quad OK$$

6.6.5.7 SELECCIÓN DE PERFILES PARA LA CABINA

Intervalo de cargas:

Para tensión máxima:

En el caso de la tensión se debe especificar que la carga muerta va a ser nula en vista de que parte del reposo.

$$T = \text{Muerta} + \text{Viva}$$

$$T = 0 \text{ klb} + 4,41 \text{ klb}$$

$$T = 4,41 \text{ klb}$$

Para compresión:

$$C = \text{Muerta} - \text{Viva}$$

$$C = 0 \text{ klb} - 0 \text{ klb}$$

$$C = 0 \text{ klb}$$

En el caso de compresión la carga muerta y viva es nula en vista que va a estar en reposo el ascensor.

Por lo tanto los miembros permanecen a tensión

Esfuerzo permisible esta expresado mediante la Ec. (6.14)

$$F_t = 0,6 F_y$$

Calculamos el área requerida aplicando la Ec. (6.15)

$$A_{req} = \frac{T}{0,6 F_y}$$

$$A_{req} = \frac{4,410 \text{ klb}}{0,60 (36 \text{ kpsi})}$$

$$A_{req} = 0,204 \text{ plg}^2$$

En vista que no hay un perfil cuadrado con este requerimiento de área

Seleccionamos: $2 \times 2 \times 3/16$ $A = 1,27 \text{ plg}^2$ $r_y = 0,726 \text{ plg}$

Calculamos el esfuerzo máximo permisible mediante la Ec. (6.16)

$$ft_{m\acute{a}x} = \frac{T_{m\acute{a}x}}{A}$$

$$ft_{m\acute{a}x} = \frac{4,410 \text{ klb}}{1,27 \text{ plg}^2}$$

$$ft_{m\acute{a}x} = 3,47 \text{ klb/plg}^2$$

Calculamos el esfuerzo mínimo permisible mediante la Ec. (6.17)

$$f_{t_{min}} = \frac{T_{min}}{A}$$

$$f_{t_{min}} = \frac{0 \text{ klb}}{1,27 \text{ plg}^2}$$

$$f_{t_{min}} = 0 \text{ klb/plg}^2$$

Calculamos el esfuerzo permisible total mediante la *Ec.* (6.18)

$$\Delta_{ft} = f_{t_{m\acute{a}x}} - f_{t_{min}}$$

$$\Delta_{ft} = 3,47 \text{ klb/plg}^2 - 0 \text{ klb/plg}^2$$

$$\Delta_{ft} = 3,47 \text{ kpsi}$$

$$\Delta_{ft} = 3,47 \text{ kpsi} < 13 \text{ kpsi} \quad OK$$

Comprobación

Aplicamos la *Ec.* (6.19)

$$T = 0,6 \times F_y \times A_g$$

$$T = 0,6 \times 36 \text{ kpsi} \times 1,27 \text{ plg}^2$$

$$T = 27,43 \text{ klb}$$

$$T = 27,43 \text{ klb} > 4,410 \text{ klb} \quad OK$$

Calculamos la relación esbeltez aplicando la *Ec.* (6.1).

$$\frac{L}{r} = \frac{118,11 \text{ plg}}{0,726 \text{ plg}}$$

$$\frac{L}{r} = 162,69 < 300 \quad OK$$

No conviene considerar una sección cuyo radio de giro mínimo r sea menor que el obtenido de la relación de esbeltez máxima de 300, aplicando la *Ec.* (6.20)

$$r_{min} = \frac{L}{300}$$

$$r_{min} = \frac{118,11 \text{ plg}}{300}$$

$$r_{min} = 0,3937 \text{ plg}$$

$$r_y > r_{min}$$

$$0,726 \text{ plg} > 0,3937 \text{ plg} \quad OK$$

6.6.5.8 PESO DE LA CABINA

El material a utilizarse en el recubrimiento de la cabina es el Acero Inoxidable de 1mm.

La cabina está compuesta por:

1. Bandeja superior e inferior

Material: Acero Inoxidable de 1mm

Cantidad: 2

Dimensiones: 2 m x 2.7 m

Calculamos el volumen

$$V = a \times b \times c \quad \text{Ec. (6.21)}$$

$$V = 2000 \text{ mm} \times 2700 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$$

$$V = 5400000 \text{ mm}^3$$

Calculamos la masa

$$m = \rho \times V \quad \text{Ec. (6.22)}$$

Donde:

m : Masa [kg]

ρ : Densidad [kg/mm^3]

V : Volumen [mm^3]

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$m = 7,93 \times 10^{-6} \frac{kg}{mm^3} \times 5400000 \text{ mm}^3$$

$$m = 42.8 \text{ kg}$$

$$m = 42.8 \text{ kg} \times 2$$

$$m = 85,644 \text{ kg}$$

2. Paredes

Material: Acero Inoxidable de 1mm

Cantidad: 4

Dimensiones: 2.7 m x 2.3 m

Calculamos el volumen aplicando la Ec. (6.21)

$$V = a \times b \times c$$

$$V = 2700 \text{ mm} \times 2300 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$$

$$V = 6210000 \text{ mm}^3$$

Calculamos la masa aplicando la *Ec.* (6.22)

$$m = \rho \times V$$

$$m = 7,93 \times 10^{-6} \frac{kg}{mm^3} \times 6210000 \text{ mm}^3$$

$$m = 49,24 \text{ kg}$$

$$m = 49,24 \text{ kg} \times 4$$

$$\mathbf{m = 196,98 \text{ kg} \approx 200 \text{ kg}}$$

3. Tubos

4 tubos

Cantidad: 4

Área: $1,27 \text{ plg}^2 = 819,3532 \text{ mm}^2$

Largo: 2,3 m

Calculamos el volumen

$$V = A \times L \qquad \text{Ec. (6.23)}$$

Donde:

V: Volumen

A: Área

L: Longitud

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$V = 819,3532 \text{ mm}^2 \times 2300 \text{ mm}$$

$$V = 1,88 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

Calculamos la masa aplicando la Ec. (6.22)

$$m = \rho \times V$$

$$m = 7,93 \times 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3} \times 1,88 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

$$m = 14,94 \text{ kg}$$

$$m = 14,94 \text{ kg} \times 4$$

$$m = 59,25 \text{ kg}$$

7 tubos

Cantidad: 7

$$\text{Área: } 1,27 \text{ plg}^2 = 819,3532 \text{ mm}^2$$

Largo: 2,7 m

Calculamos el volumen aplicando la ecuación Ec. (6.23)

$$V = A \times L$$

$$V = 819,3532 \text{ mm}^2 \times 2700 \text{ mm}$$

$$V = 2,21 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

Calculamos la masa aplicando la Ec. (6.22)

$$m = \rho \times V$$

$$m = 7,93 \times 10^{-6} \frac{kg}{mm^3} \times 2,21 \times 10^6 mm^3$$

$$m = 17,54 kg$$

$$m = 49,24 kg \times 7$$

$$m = 121,72 kg$$

5 tubos

Cantidad: 5

$$\text{Área: } 1,27 plg^2 = 819,3532 mm^2$$

Largo: 2 m

Calculamos el volumen aplicando la ecuación Ec. (6.23)

$$V = A \times L$$

$$V = 819,3532 mm^2 \times 2000 mm$$

$$V = 1,63 \times 10^6 mm^3$$

Calculamos la masa aplicando la Ec. (6.22)

$$m = \rho \times V$$

$$m = 7,93 \times 10^{-6} \frac{kg}{mm^3} \times 1,63 \times 10^6 mm^3$$

$$m = 12,99 kg$$

$$m = 12,99 kg \times 5$$

$$m = 64,40 kg$$

Calculamos la masa total de los tubos

$$m_{tubos} = 59,25 \text{ kg} + 121,72 \text{ kg} + 64,40 \text{ kg}$$

$$\mathbf{m_{tubos} = 245,37 \text{ kg}}$$

Por lo tanto el peso generado de la cabina es:

$$P_{cabina} = m_{Bandejas} + m_{Paredes} + m_{Tubos} \quad \text{Ec. (6.24)}$$

$$P_{cabina} = 85,644 \text{ kg} + 200 \text{ kg} + 245,37 \text{ kg}$$

$$\mathbf{P_{cabina} = 531,014 \text{ kg}}$$

6.6.5.9 PESO DEL CONTRAPESO

Para el cálculo del peso se utiliza la siguiente relación:

$$\text{Peso contrapeso} = \text{Peso Cabina} + \frac{1}{2} \text{Carga neta} \quad \text{Ec. (6.25)}$$

$$\text{Peso contrapeso} = 531,014 \text{ kg} + \frac{1}{2} \times 2000 \text{ kg}$$

$$\text{Peso contrapeso} = 1531,014 \text{ kg}$$

6.6.5.10 SELECCIÓN DEL MOTOR

Para la elección del motor primero se ha de conocer la potencia necesaria para realizar el movimiento de las masas en desequilibrio que se tenga en el sistema, así como el par necesario para mover dicha carga y la velocidad que ha de mover la cabina y el contrapeso.

A continuación se calculará la potencia, para esto se debe conocer la masa que está en desequilibrio a la velocidad nominal.

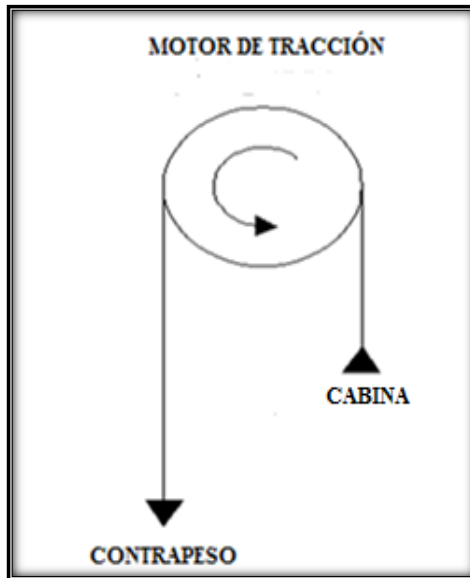


Figura 6.6: Esquema de tensiones sobre el motor de tracción

Fuente: El autor

$$\Sigma F_y = 0 \quad \text{Ec. (6.26)}$$

$$Q - Z = 0$$

$$2000 \text{ kg} - 1531,04 \text{ kg} = 0$$

La masa en desequilibrio que se tiene es de 448,96 kg, está a su vez se convertirá en la fuerza de desequilibrio.

$$F_{des} = M \times g \quad \text{Ec. (6.27)}$$

Donde:

F_{des} : Fuerza de desequilibrio

M : Masa [kg]

g : Gravedad [m/s^2]

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$F_{des} = 468,96 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F_{des} = 4600,497 \text{ N}$$

La potencia de ascensor viene dada por:

$$Pt_{asc} = \frac{F_{des} \times V_{nom}}{1000 \eta} \quad \text{Ec. (6.28)}$$

Donde:

Pt_{asc} : Potencia de ascenso necesaria del motor [Kw]

F_{des} : Fuerza de desequilibrio causada por el contrapeso y cabina [N]

V_{nom} : Velocidad nominal del ascensor [1,8 m/s²]

η : Rendimiento del motor (0,5)

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$Pt_{asc} = \frac{1}{2} \times \frac{4600,497 \frac{\text{kgm}}{\text{s}^2} \times 1,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{1000 \times (0,5)}$$

$$Pt_{asc} = 8,28 \text{ Kw}$$

$$Pt_{asc} = 11,10 \text{ Hp}$$

$$Pt_{asc} = 11,10 \text{ Hp}$$

En vista que la potencia del motor calculada es 11,1 Hp se selecciona un motor con una potencia de 15 Hp.

6.6.5.11 CÁLCULO DE LOS CABLES DE TRACCIÓN

En un ascensor se utilizan los cables para tres aplicaciones distintas:

- Cables de tracción.
- Cables de compensación.
- Cables del limitador de velocidad.

En esta sección se pondrá un factor de seguridad mínimo de 8 además se debe tener en cuenta la carga de rotura del cable con lo cual se realiza el cálculo de la siguiente manera.

$$Q_{rot} = Q \times g \times F_s \quad Ec. (6.29)$$

Donde:

Q_{rot} : Carga de rotura

Q : Carga

g : Gravedad [$9,81 \text{ m/s}^2$]

F_s : Factor de seguridad

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$Q_{rot} = 2000 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 8$$

$$Q_{rot} = 156,96 \text{ KN}$$

Se tiene 4 cables entonces la fuerza resultante se dividirá entre 4, cada uno de los cables tendrá una fuerza de 39,24 KN.

En el **ANEXO A-8** se puede observar distintos tipos de tablas, indicadas para la selección del tipo de cable según la aplicación del ascensor y de igual manera para el cable del limitador de velocidad.

Tabla 6.4: Datos técnicos del cable tipo Seale 8x19(9+9+1)+1textil

CABLE TIPO SEALE 8X19(9+9+1) +1 TEXTIL				
DIÁMETRO CABLE (mm)	PESO (kg/100 m)	CARGA ROTURA 1600 MPa (KN)	CARGA ROTURA 1600 MPa (KN)	CARGA ROTURA 1600 MPa (KN)
9.5	34	47	53	58

Fuente: Antonio Miraviete/Emilio Larrodé (2007)

El cable más utilizado es el Seale 8x19 con alma de fibra ver **ANEXO 9** donde el diámetro del cable es 8mm siendo el material de este acero con resistencia a la tracción de 1600 MPa.

La carga de rotura mínima del cable seleccionado es de 47 KN, y la carga de rotura calculada de 39.24 KN, lo cual indica que el cable seleccionado es correcto para el trabajo seleccionado en el ascensor.

6.6.5.12 CÁLCULO DE LA POLEA TRACTORA

A diferencia de los aparatos de elevación y transporte o grúas, donde las poleas giran locas en un ascensor la polea superior es siempre tractora, y por este motivo se debe diseñar de forma cuidadosa para que además de soportar los esfuerzos que le transmite el cable, sea capaz de transmitir la tracción a este por adherencia.

Las poleas que arrastran los cables por adherencia tienen tres características (Figura 6.7) que las definen: su diámetro, el perfil de sus gargantas o canales, y el material del cual están construidas.

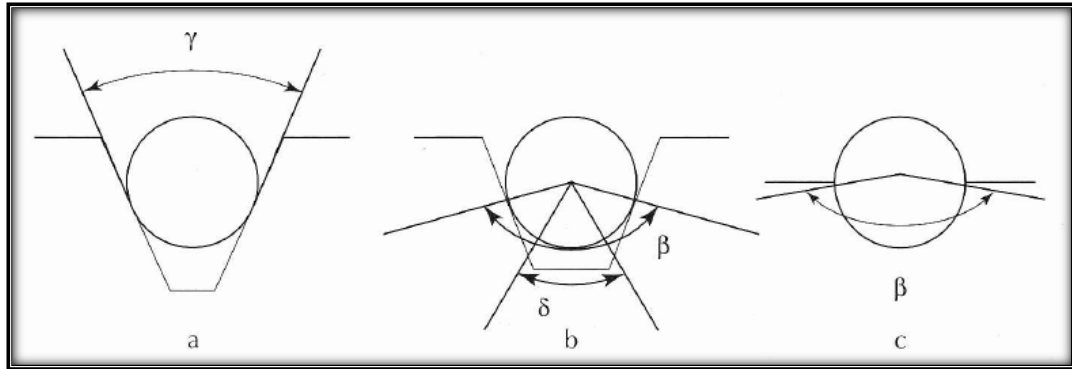


Figura 6.7: Los tres perfiles de gargantas más utilizados son: a) el trapezoidal o de cuña; b) el semicircular con entalla o ranura; c) el semicircular sin entalla

Fuente: Antonio Miraviete/Emilio Larrodé (2007)

El perfil de las gargantas de las poleas de arrastre tiene una influencia en la duración de los cables, si la garganta es demasiado estrecha el cable se queda enclavado en ella, y si es demasiado ancha, no encuentra el apoyo necesario y el cable se comprime, en ambos casos se produce un desgaste anormal y prematuro del cable.

Los perfiles más utilizados son los trapezoidales, y de garganta semicircular desfondada.

Con las gargantas de tipo semicircular desfondada, se obtiene menor adherencia pero una duración mucho mayor del cable y garganta, siendo el material de construcción de la polea fundición de hierro gris, de resistencia suficiente para soportar la presión específica del cable sobre la garganta, sin que se produzca un desgaste anormal. Figura 6.8.

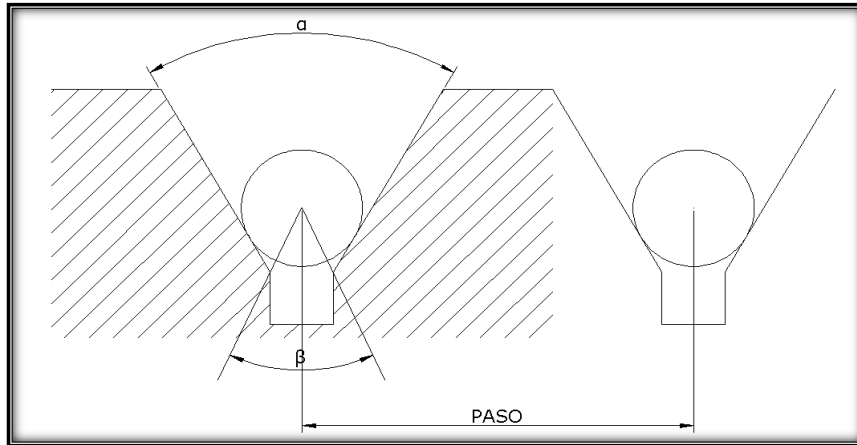


Figura 6.8: Garganta de polea semicircular desfondada.

Fuente: Antonio Miraviete/Emilio Larrodé (2007)

a. PRESIÓN ESPECÍFICA SOBRE LAS GARGANTAS DE LA POLEA.

La presión específica de los cables sobre las gargantas de la polea de tracción, no debe superar ciertos límites, para evitar su desgaste prematuro, y el de los cables.

El peso de los cables de tracción que viene dado mediante:

$$m_l = n \times m_l \times L \quad \text{Ec. (6.30)}$$

Donde:

m_l : Carga ejercida por los cables de tracción [kg]

n : Número de cables de tracción (4)

L : Longitud de recorrido de cables de tracción + 5m de accesorios (11 m)

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$m_l = 4 \times 0,34 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times (11 \text{ m} + 5 \text{ m})$$

$$m_l = 21,76 \text{ kg}$$

La tensión estática del cable de la misma manera viene dado por Ec. (6.31)

$$T = (Q_T + Q_{cabina} + m_L) \times g \quad \text{Ec. (6.31)}$$

Donde:

Q_T : Carga nominal del ascensor [kg]

Q_{cabina} : Masa de la cabina [kg]

m_L : Masa de los cables de tracción [kg]

g : Gravedad $9,81 \text{ m/s}^2$

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$T = (2000 \text{ kg} + 531,014 \text{ kg} + 21,76 \text{ kg}) \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$T = 25,043 \text{ KN}$$

Según la norma EN 81, las presiones específicas máximas sobre las gargantas de los cables, no deben sobrepasar el valor de la Ec.(6.31), estando la cabina cargada con su carga nominal.

$$P = \frac{T}{n_c \times d_c \times D_p} \times \frac{8}{\beta + \text{Sen } \beta} \quad \text{Ec. (6.32)}$$

Donde:

T : Tensión estática sobre los cables de tracción [N]

n_c : Número de cables de tracción (4)

d_c : Diámetro del cable de tracción [mm]

D_p : Diámetro de la polea [mm]

β : Ángulo de entalla semicircular ($\beta = 95^\circ = 1,65 \text{ rad}$)

Para las poleas de tracción de los ascensores la garganta que más se emplea es la semicircular con entalla o ranura, que mejora la adherencia de la garganta semicircular, evita el rozamiento y la deformación del fondo de la garganta.

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$P = \frac{25043}{4 \times 9,5 \times 400} \times \frac{8}{1,65 \text{ rad} + \text{Sen } 1,65 \text{ rad}}$$

$$P = 7,85 \text{ MPa}$$

$$P_{\text{máx}} = \frac{12,5 + 4 V_{\text{nom}}}{1 + V_{\text{nom}}} \quad \text{Ec. (6.33)}$$

$$P_{\text{máx}} = \frac{12,5 + 4 (1,8 \text{ m/s}^2)}{1 + (1,8 \text{ m/s}^2)}$$

$$7,035 \text{ MPa} < 7,85 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

Siendo el diámetro de la polea tractora de 400 mm.

b. ADHERENCIA DE LOS CABLES

En los ascensores de polea tractora, la adherencia de los cables sobre la garganta de la polea debe ser suficiente para que al moverse ésta arrastre los cables sin problema, tanto en subida como en bajada de la cabina del ascensor.

Según la norma EN 81, para que se realice este arrastre sin deslizamiento, debe verificarse lo siguiente:

$$\frac{T_1}{T_2} \times C_1 \times C_2 \leq e^{f\alpha} \quad \text{Ec. (6.34)}$$

Donde:

$\frac{T_1}{T_2}$: Es la relación entre la carga o fuerza estática mayor (T_1) y menor (T_2), que solicitan los dos ramales de cables suspendidos de la polea de tracción

Se puede admitir para los factores C_1 y C_2 los valores mínimos siguientes:

$C_1 = 1,25$ Para velocidades nominales comprendidas entre 1.6 y 2,5 m/s²

$C_2 = 1$ Para gargantas de polea semicircular o entallada

El coeficiente de rozamiento de los cables para poleas de gargantas semicirculares con entalla viene dado mediante:

$$f = \frac{4 \mu \left(1 - \text{Sen} \frac{\beta}{2}\right)}{\pi - \delta - \text{Sen} \delta} \quad \text{Ec. (6.35)}$$

Donde:

f : Coeficiente de fricción entre cable y polea

μ : Coeficiente de fricción de hierro fundido (0,09)

β : Ángulo de entalla semicircular de la polea ($\beta = 95^\circ = 1,65 \text{ rad}$)

$$f = \frac{4 (0,09) \left(1 - \text{Sen} \frac{1,65 \text{ rad}}{2}\right)}{\pi - 1,57 \text{ rad} - \text{Sen} 1,57 \text{ rad}}$$

$$f = 0,229$$

b.1. CABINA CARGADA

Las tensiones estáticas de cada ramal de cable se analizan de la siguiente forma:

Ramal de cable más cargado

$$T_1 = Q_T + Q_{cabina} + m_L \quad \text{Ec. (6.36)}$$

Donde:

T_2 : Ramal más cargado

Q_T : Carga nominal del ascensor [kg]

Q_{cabina} : Masa de la cabina [kg]

m_L : Masa de los cables de tracción [kg]

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$T_1 = 2000 \text{ kg} + 531,014 \text{ kg} + 21,76 \text{ kg}$$

$$T = 2552,8 \text{ kg}$$

Ramal de cable menos cargado

$$T_2 = Z \quad \text{Ec. (6.37)}$$

Donde:

T_2 : Ramal menos cargado

Z : Peso del contrapeso

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$T_2 = 1531,04 \text{ kg}$$

Entonces sustituyendo en la Ec. (6.34) tenemos:

$$\frac{T_1}{T_2} \times C_1 \times C_2 \leq e^{f\alpha}$$

$$1,6673633 \times 1,25 \times 1 \leq e^{(0,229) (1.5)}$$

$$2,0842 < 2,9421 \quad \text{OK}$$

Para este caso se tiene que la relación, entre las cargas estáticas de los cables es menor al factor de deslizamiento, que indica la norma EN 81 para su funcionamiento correcto.

b.2. CABINA DESCARGADA

Las tensiones estáticas de cada ramal de cable se analizan de la siguiente forma:

Ramal de cable más cargado

$$T_1 = Z + m_L \quad \text{Ec. (6.38)}$$

Donde:

T_1 : Ramal más cargado

Z : Peso del contrapeso

m_L : Peso de los cables

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$T_1 = 1531,04 \text{ Kg} + 21,76 \text{ Kg}$$

$$T_1 = 1552,8 \text{ kg}$$

Ramal de cable menos cargado

$$T_2 = Q_T + Q_{cabina} \quad \text{Ec. (6.39)}$$

Donde:

Q_T : Carga nominal del ascensor [kg]

Q_{cabina} : Masa de la cabina [kg]

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$T_2 = 2000 \text{ kg} + 531,04 \text{ kg}$$

$$T_2 = 2531,04 \text{ kg}$$

Entonces sustituyendo en la Ec. (6.34) tenemos:

$$\frac{T_1}{T_2} \times C_1 \times C_2 \leq e^{f\alpha}$$

$$0,6135027 \times 1,25 \times 1 \leq e^{(0,229)(1.5)}$$

$$0,7668 < 2,9421 \text{ OK}$$

Para este caso y de la misma manera que el apartado anterior se tiene que la relación, entre las cargas estáticas de los cables es menor al factor de deslizamiento, que indica la norma EN 81 para su funcionamiento correcto.

6.6.5.13 CÁLCULO DE LAS POLEAS DE CABINA

El cálculo para las poleas de la cabina es similar al apartado anterior del cálculo de la polea tractora, tomando en cuenta los mismos factores de análisis, y los datos de la polea tractora.

Se tiene entonces que la tensión estática sobre las poleas tendría un valor de 12521,5 N, sabiendo que es la misma tensión aplicada para la polea tractora, en este caso dividida entre 2 debido a que existen 2 poleas de cabina.

Y la presión específica sobre las gargantas de las poleas entonces viene dado por la Ec. (6.32).

$$P = \frac{T}{n_c \times d_c \times D_p} \times \frac{8}{\beta + \text{Sen } \beta}$$

Donde:

T : Tensión estática sobre los cables de tracción [N]

n_c : Número de cables de tracción (4)

d_c : Diámetro del cable de tracción [mm]

D_p : Diámetro de la polea [mm]

β : Ángulo de entalla semicircular ($\beta = 95^\circ = 1,65 \text{ rad}$)

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$P = \frac{12521,5}{4 \times 9,5 \times 400} \times \frac{8}{1,65 \text{ rad} + \text{Sen } 1,65 \text{ rad}}$$

$$P = 3,925 \text{ MPa}$$

Aplicamos la Ec. (6.33) se tiene entonces que la presión específica sobre las gargantas es menor a la presión estandarizada que establece la norma EN.81, con lo que las poleas para la cabina también se encuentran correctamente diseñadas.

$$P_{m\acute{a}x} = \frac{12,5 + 4 V_{nom}}{1 + V_{nom}}$$

$$P_{m\acute{a}x} = \frac{12,5 + 4 (1,8 \text{ m/s}^2)}{1 + (1,8 \text{ m/s}^2)}$$

$$3,925 \text{ MPa} < 7,035 \text{ MPa} \quad OK$$

Siendo el diámetro de las poleas de la cabina de 400 mm.

La adherencia de los cables de tracción sobre la misma no se verían afectados debido a que en este caso, estas poleas sirven de soporte y brindan el movimiento ascendente y descendente de la cabina, y sus ocupantes.

6.6.5.14 DISEÑO DE LOS AMORTIGUADORES DE LA CABINA

Mediante los datos presentados a continuación se comienza el diseño de los amortiguadores de acumulación de energía para la cabina.

Los datos presentados sobre las características técnicas tanto de componentes como del ascensor en si en este apartado, están basadas y obtenidas de la empresa de diseño construcción e implementación de ascensores OTIS, que han sido seleccionados y determinados según el tipo de aplicación requerida y calculados para este proyecto de grado.

Masa de la cabina y bastidor $Q_{cabina} = 531,014 \text{ kg}$

Carga Nominal $Q_T = 2000 \text{ kg}$

Velocidad Nominal $v = 1,8 \text{ m/s}$

Masa del contrapeso $Z = 1531,014 \text{ kg}$

En lo que respecta al material, se tiene varios tipos de acero para construir resortes pero se ha seleccionado el acero AISI 9260 ya que este se acerca a la resistencia de tracción recomendada que es 2000 MPa, el acero que se ha seleccionado tiene como datos una resistencia a la tracción de 1758 MPa y un módulo de cortadura de 80 GPa.

Una vez obtenidos todos los datos requeridos para esta parte del diseño se asume que:

El factor de Wahl será de $K = 1.25$ que se toma por diseño y partiendo que el índice del resorte C deberá estar entre 6 y 12 como una medida de curvatura de las espiras del resorte, se tomará como base 6 para que el diámetro del resorte no sea muy grande y así permitir un ahorro de espacio en el foso.

$$K = 1,25$$

Se determina la fuerza máxima que debe soportar el amortiguador debido a las cargas expuestas sobre el mismo mediante

$$F_m = 3(Q_T + Q_{cabina})x g \quad \text{Ec. (6.40)}$$

Donde:

F_m : Fuerza máxima ejercida por el amortiguador [N]

Q_T : Carga nominal del ascensor [kg]

Q_{cabina} : Masa de la cabina [kg]

g : Gravedad ($9,81m/s^2$)

$$F_m = 3(2000 \text{ kg} + 531,014 \text{ kg}) \times 9,81m/s^2$$

$$F_m = 74487,74 \text{ N}$$

Se ha va a colocar 2 amortiguadores en el foso para distribuir de mejor manera la fuerza aplicada en cada uno de ellos, por lo cual la fuerza total de dividirá entre 2 y se obtendrá $F_m = 37243,87 \text{ N}$ para cada amortiguador.

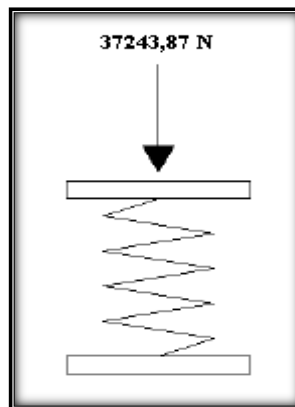


Figura 6.9: Fuerza ejercida sobre el amortiguador de cabina.

Fuente: El autor

El diámetro del resorte viene dado:

$$dw \geq \sqrt{\frac{8 \times F_m \times K}{\pi \times \tau_p}} \times C \quad \text{Ec. (6.41)}$$

Donde:

dw : Diámetro del alambre del resorte [mm]

F_m : Fuerza máxima ejercida por el resorte [N]

K : Factor de Wahl (1,25)

C : Índice del resorte (6)

τ_p : Tensión permisible del material usado (1758 MPa)

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$dw \geq \sqrt{\frac{8 \times 37243,87 \text{ N} \times 1,25}{\pi \times 1758 \text{ MPa}}} \times 6$$

$$dw \geq 20,115 \text{ mm} \cong 25 \text{ mm}$$

Se ha obtenido un diámetro de 25 mm pero se ha decidido cambiar el tamaño del diámetro a 30 mm para alcanzar nuestro factor de seguridad que es de 2.0.

Seguido se obtiene el diámetro general del resorte Ec. (6.42), con lo cual da como resultado un valor de 180 mm, considerado como un valor de diámetro aceptable para la construcción o adquisición de un resorte de este tipo.

$$Dm = 6 \times dw \quad \text{Ec. (6.42)}$$

$$Dm = 6 \times 30 \text{ mm}$$

$$Dm = 180 \text{ mm}$$

La comprobación del factor de Wahl viene dado por:

$$K = \frac{4C - 1}{4C - 4} + \frac{0,615}{C} \quad \text{Ec. (6.43)}$$

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$K = \frac{4(6) - 1}{4(6) - 4} + \frac{0,615}{(6)}$$

$$K = 1,25$$

Se puede observar que el factor de Wahl asumido es igual al calculado, lo cual afirma los cálculos correctos para el resorte de la cabina de ascensor.

El factor que permite decidir si el diseño del resorte es el adecuado para la aplicación dada, es el factor τ_o que es la tensión admisible que puede soportar el resorte en función de su factor de Wahl, la fuerza aplicada, el diámetro de las espiras, y del alambre, comparado con la tensión permisible o τ_p , y viene dado mediante:

$$\tau_o = \frac{8 \times K \times F_m \times C}{\pi \times dw^2} \quad \text{Ec. (6.44)}$$

Donde:

τ_o : Tensión Admisible [MPa]

K : Factor de Wahl (1,25)

F_m : Fuerza máxima ejercida por el resorte [N]

C : Índice del resorte (6)

dw : Diámetro del alambre del resorte [mm]

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$\tau_o = \frac{8 \times 1,25 \times 37243,87 \text{ N} \times 6}{\pi \times 30^2}$$

$$\tau_o = 790,33 \text{ MPa}$$

Se comparan las tensiones y se determina si el diseño es el correcto, en este caso el diseño es el adecuado.

$$\tau_o < \tau_p$$

$$790,33 \text{ MPa} < 1758 \text{ MPa}$$

El factor de seguridad, indica la relación entre las tensiones permisible y admisible, siendo este factor una constante que muestra que tan seguro es el diseño del resorte calculado.

$$F = \frac{\tau_p}{\tau_o} \quad \text{Ec. (6.45)}$$

Donde:

F : Factor de seguridad

τ_p : Tensión permisible [MPa]

τ_o : Tensión admisible [MPa]

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$F = \frac{1758 \text{ MPa}}{790,34 \text{ MPa}}$$

$$F = 2,22$$

El factor de seguridad obtenido afirma el diseño adecuado estando este factor por encima del valor propuesto de 2.0.

Los demás datos de diseño del resorte vienen señalados por las siguientes ecuaciones, que permiten determinar características comunes de los resortes, como son: el número de espiras, la longitud inicial del resorte y la longitud en su estado de compresión.

La carrera del resorte viene dada por la siguiente ecuación, la que permite obtener el factor de rigidez del resorte.

$$f_m = 0,135 \times v^2 \quad \text{Ec. (6.46)}$$

Donde:

v : Velocidad de desplazamiento del ascensor $1,8 \text{ m/s}$

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$f_m = 0,135 \times (1,8)^2$$

$$f_m = 0,4374 \text{ m}$$

Factor de rigidez del resorte, en función de la velocidad del ascensor y una constante.

$$k = \frac{F_m}{f_m} \quad \text{Ec. (6.47)}$$

Donde:

k : Factor de rigidez $[N/m]$

F_m : Fuerza máxima ejercida por el resorte $[N]$

f_m : Carrera del resorte $[m]$

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$k = \frac{37243,87 \text{ N}}{0,4374 \text{ m}}$$

$$k = 85148,3 \text{ N/m}$$

El número de espiras activas de igual manera viene dado por la siguiente expresión, obteniendo así las espiras que actúan en el momento de la aplicación de una fuerza.

$$n = \frac{G \times dw^2}{8 \times Dm^3 \times k} \quad \text{Ec. (6.48)}$$

Donde:

n : Número de espiras del resorte

G : Módulo de corte del material (80 GPa)

dw : Diámetro del alambre del resorte [mm]

Dm : Diámetro del resorte [mm]

k : Factor de rigidez [N/m]

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$n = \frac{80 \times 10^9 \frac{N}{m^2} \times (0,03 \text{ m})^2}{8 \times (0,18 \text{ m})^3 \times 85148,3 \text{ N/m}}$$

$$n = 16,31 \cong 16 \text{ vueltas}$$

El número total de espiras se le aumenta un número determinado de espiras extra dependiendo del tipo de terminación que se le da al resorte, esto se determina mediante:

Tabla 6.5: Terminaciones del resorte

Termino	TIPO DE EXTREMO DE RESORTE			
	Simple	Simple y rectificado	Cuadrado o cerrado	Cuadrado y rectificado
Número de espiras en los extremos, N_e	0	1	2	2
Número total de espiras, N_t	N_a	N_a+1	N_a+2	N_a+2
Longitud libre, L_f	pN_a+D_w	$p(N_a+1)$	pN_a+3D_w	pN_a+2D_w
Longitud de solida, L_S	$D_w(N_t+1)$	D_wN_t	$D_w(N_t+1)$	D_wN_t
Paso, p	$(L_f-D_w)/N_a$	$L_f/(N_a+1)$	$(L_f-3D_w)/N_a$	$(L_f-2D_w)/N_a$

Fuente: Roberth Mott. (2006)

Teniendo así como resultado final un número de espiras totales de 16.

Calculamos la longitud inicial.

$$L_o = (n + N_f) \times dw + f_m \quad \text{Ec. (6.49)}$$

Donde:

L_o : Longitud inicial [mm]

n : Número de espiras del resorte (16)

N_f : Número de espiras finales o de terminación (2)

dw : Diámetro del alambre del resorte [mm]

f_m : Carrera del resorte [mm]

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$L_o = (16 + 2) \times 30 \text{ mm} + 437,4 \text{ mm}$$

$$L_o = 977,4 \text{ mm}$$

Calculamos la longitud de compresión del resorte.

$$L_s = dw \times N_t \quad \text{Ec. (6.50)}$$

Donde:

L_s : Longitud final a compresión del resorte [mm]

N_t : Número de espiras del resorte total (16)

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$L_s = 30 \text{ mm} \times 16$$

$$L_s = 480 \text{ mm}$$

Con estos valores obtenidos, ahora es necesario comprobar que los dos amortiguadores calculados no pandean.

$$\frac{f_m}{L_o} \quad \text{Ec. (6.51)}$$

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$\frac{437,4 \text{ mm}}{977,4 \text{ mm}} = 0,44$$

$$\frac{L_o}{Dm} \quad \text{Ec. (6.52)}$$

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$\frac{(1,8\text{m/s}^2)(0,9774 \text{ mm})}{0,18 \text{ m}} = 9,77$$

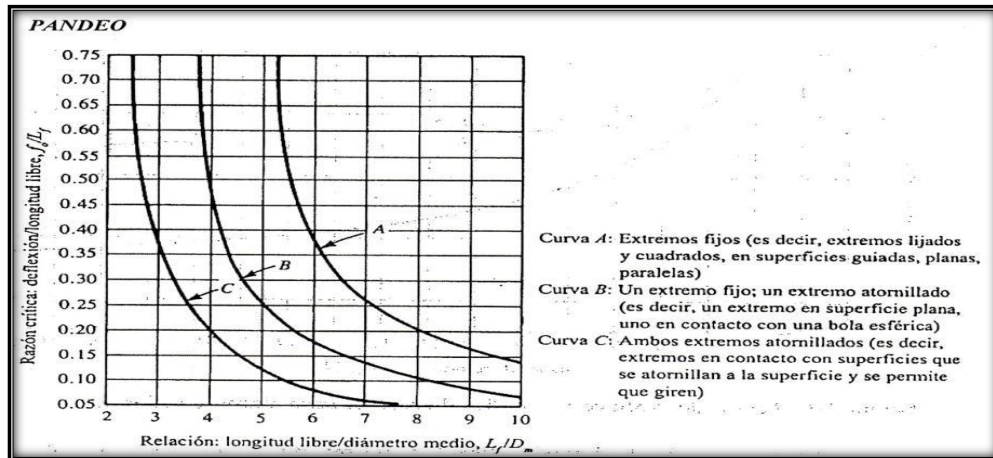


Figura 6.10: Criterio de pandeo para resortes

Fuente: Roberth Mott. (2006)

Mediante la gráfica se determina que no existe riesgo de pandeo al someter al amortiguador a la carga para la cual fue diseñado, por lo tanto el amortiguador no sufre deformación por la aplicación de las fuerzas.

Finalmente se realiza el cálculo del diámetro exterior e interior.

Diámetro exterior

$$De = Dm + 2 \frac{dw}{2} \quad Ec. (6.53)$$

Donde:

Dm : Diámetro del resorte [mm]

dw : Diámetro del alambre del resorte [mm]

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$De = 180 \text{ mm} + 30 \text{ mm}$$

$$De = 210 \text{ mm}$$

Diámetro interior

$$D_i = D_m - 2 \frac{dw}{2} \quad \text{Ec. (6.54)}$$

Donde:

D_m : Diámetro del resorte [mm]

dw : Diámetro del alambre del resorte [mm]

Al reemplazar los valores, se tiene:

$$D_e = 180 \text{ mm} - 30 \text{ mm}$$

$$D_e = 150 \text{ mm}$$

6.6.5.15 PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL MEDIANTE UN SOFTWARE

A. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

1. Iniciamos seleccionando un Nuevo Modelo con la opción “New Model” la cual se nos presenta diferentes estructuras determinadas.

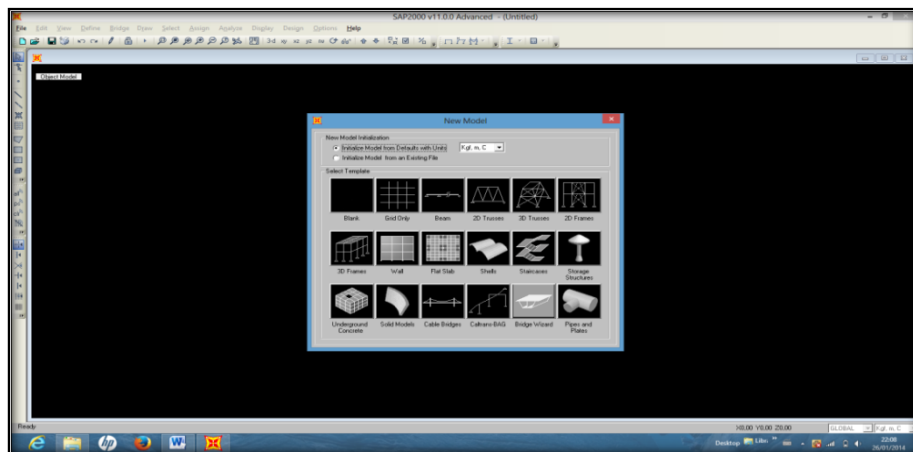


Figura 6.11: Estructuras definidas por el Nuevo modelo

Fuente: El autor

- Se genera el espaciamiento de la grilla conforme a los requerimientos de la estructura, para el efecto se activó la opción GridOnly, en nuestro caso las líneas Grid para un sistema de Coordenada Cartesiano o Cilíndrico.

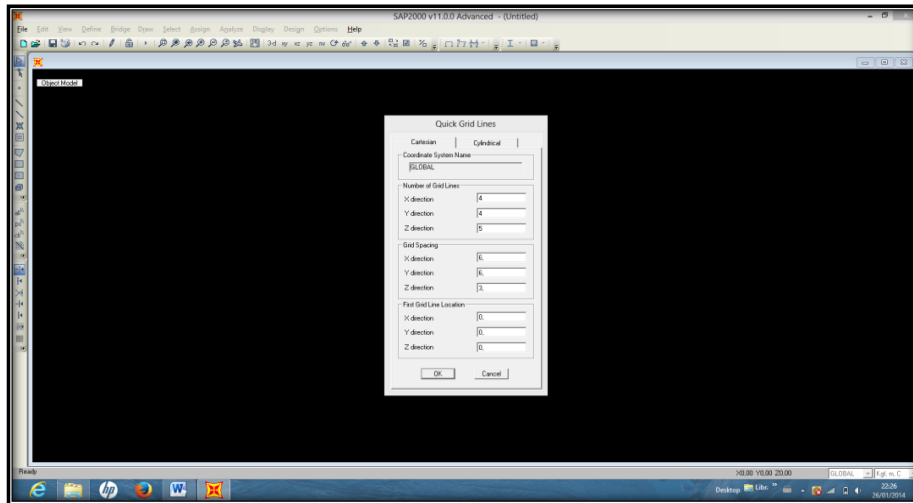


Figura 6.12: Seteo de la grilla de la estructura

Fuente: El autor

- Configuramos las unidades y comenzamos a asignar señalando las columnas, arriostramientos y vigas.

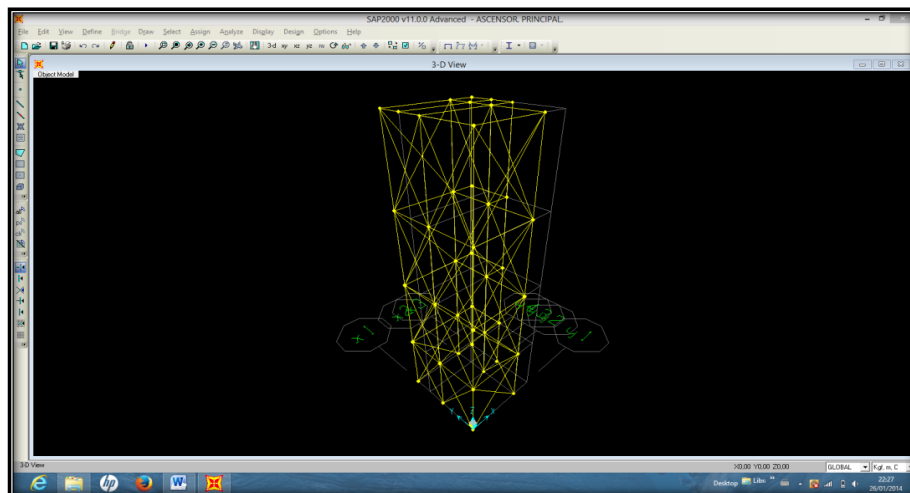


Figura 6.13: Asignación de columnas, arriostramientos y vigas

Fuente: El autor

4. Procedemos a definir y asignar los materiales con las secciones para los elementos de los pórticos.

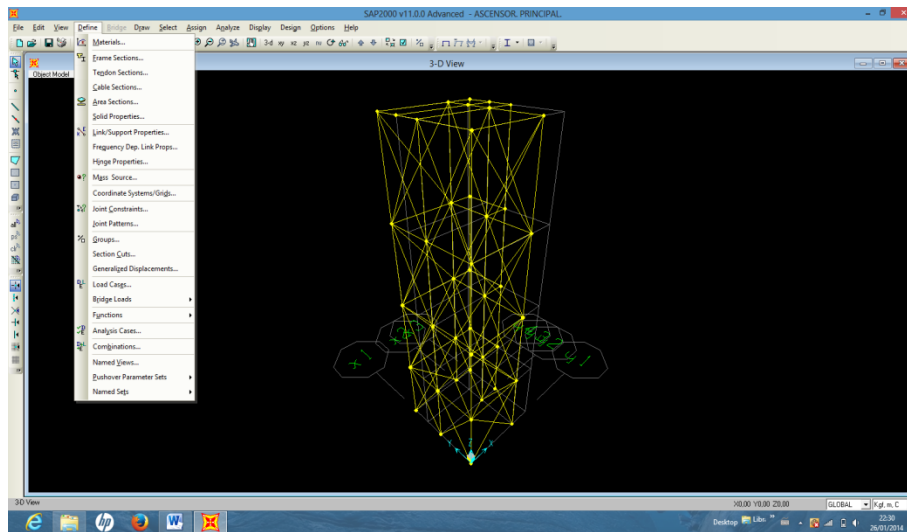


Figura 6.14: Asignación de materiales para elementos del pórtico

Fuente: El autor

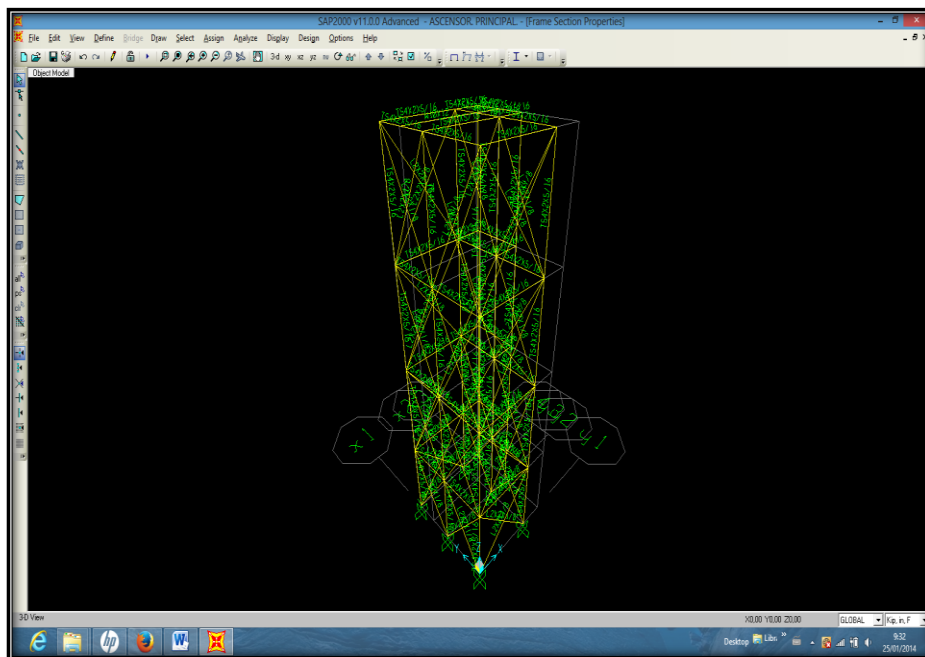


Figura 6.15: Visualización en 3D de la asignación de los materiales para elementos

Fuente: El autor

5. Aplicamos las fuerzas: la Carga Total de 3 toneladas que son 6615 lbf o 6.62 klbf para la cabina y para el contrapeso el peso del mismo que es de 3368.23 lbf o 3.36 klbf.

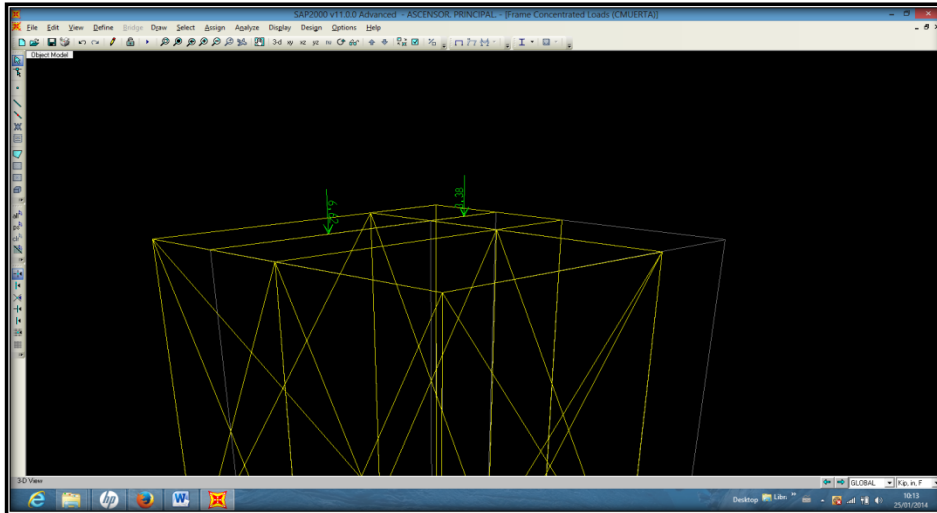


Figura 6.16: Aplicación de las fuerzas

Fuente: El autor

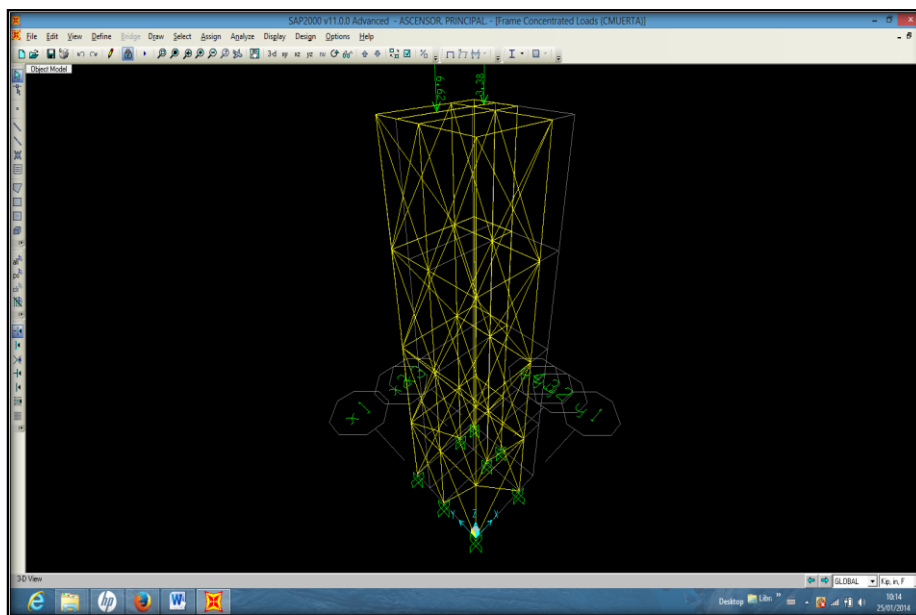


Figura 6.17: Vista Isométrica de la estructura con la aplicación de las fuerzas

Fuente: El autor

- Se procede a realizar el análisis del diseño de la estructura mediante la aplicación RUN ANALYSIS.

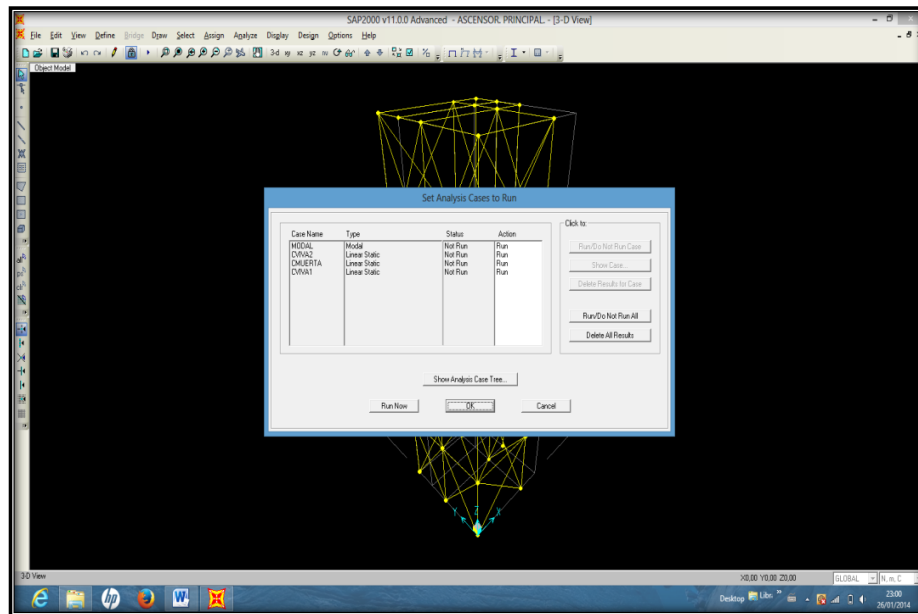


Figura 6.18: Análisis de la estructura

Fuente: El autor

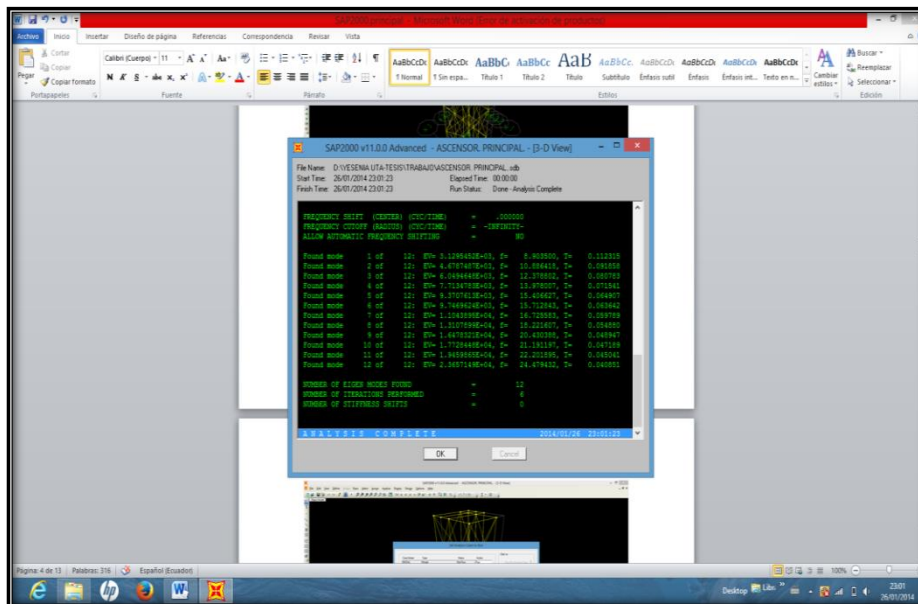


Figura 6.19: Datos presentados por la opción RUN ANALYSIS

Fuente: El autor

7. Verificamos la deformación de nuestro modelo de estructura.

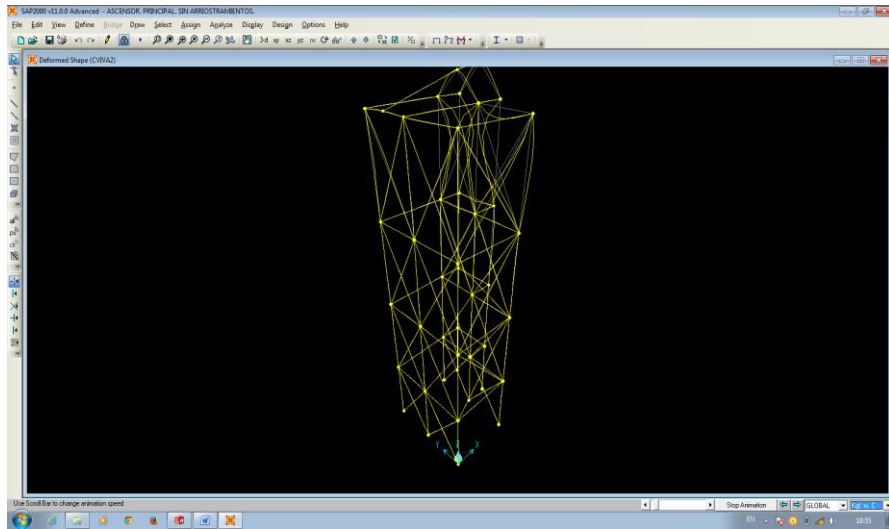


Figura 6.20: Verificación de la deformación de la estructura (Vista Isométrica)

Fuente: El autor

8. Visualizamos la estructura en 3D con sus columnas, arrostramientos y vigas.

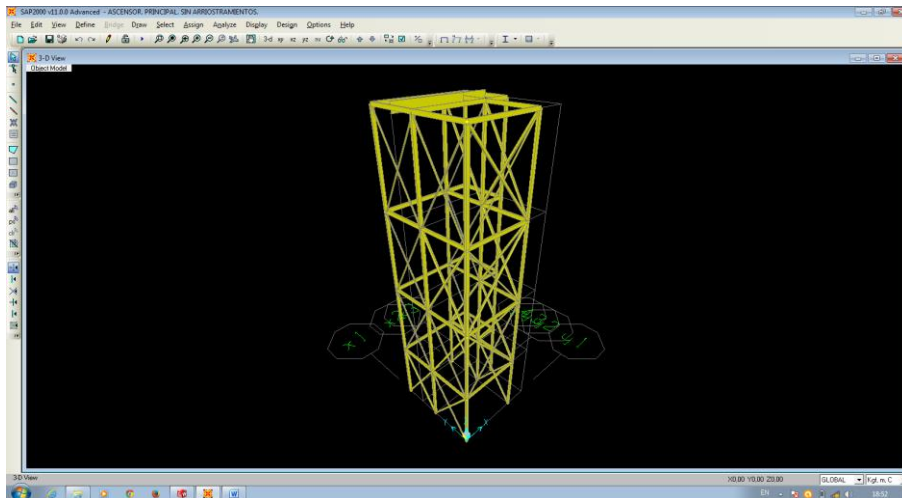


Figura 6.21: Visualización de la estructura en 3D

Fuente: El autor

9. Como último paso mediante la convección de colores se debe señalar:
Un elemento bien diseñado o con una buena tolerancia al esfuerzo se mostrará en color gris y celeste, si está en un parámetro aceptable será de color amarillo y verde, el color naranja representa un valor crítico y por

último tenemos al rojo considerado inaceptable debido a un eminente colapso de la estructura analizada.

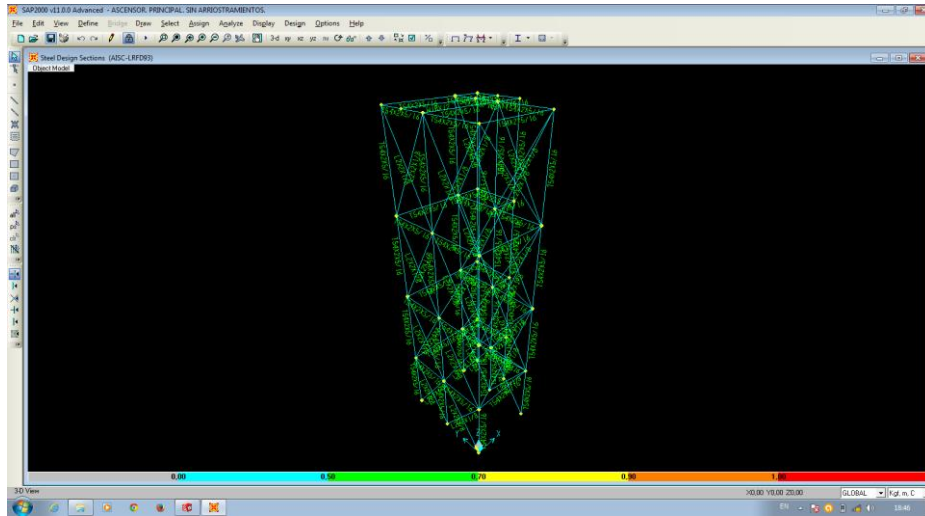


Figura 6.22: Verificación de la estructura mediante la convección de colores

Fuente: El autor

10. La estructura está bien diseñada ya que el esfuerzo se encuentra dentro de los parámetros arrojando un color celeste en el estudio.

A.1 DETALLES DE LOS ELEMENTOS

VIGAS

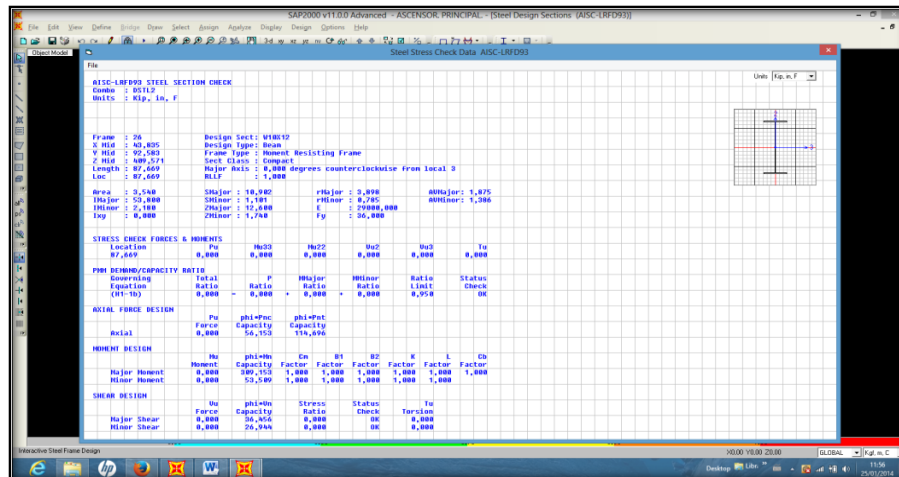


Figura 6.23: Viga

Fuente: El autor

COLUMNAS

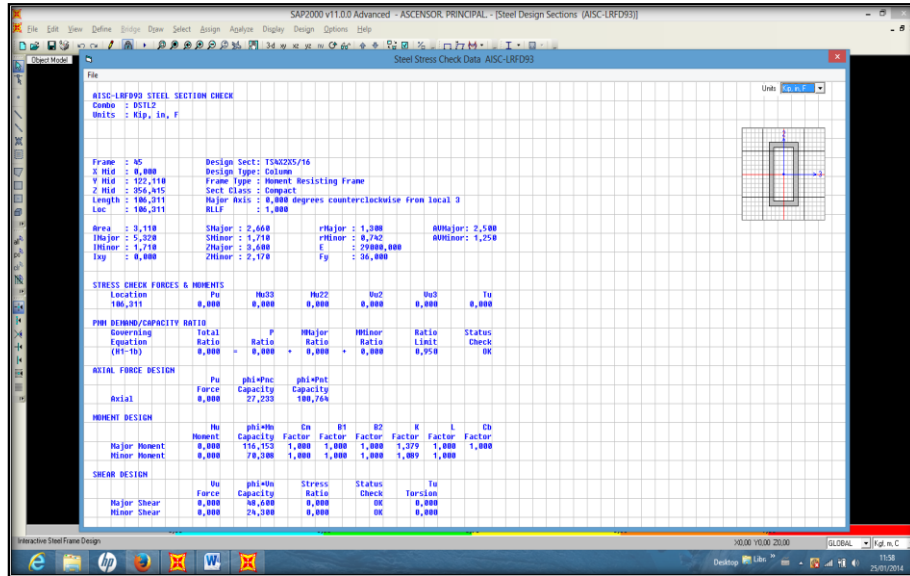


Figura 6.24: Columnas

Fuente: El autor

ARRIOSTRAMIENTOS

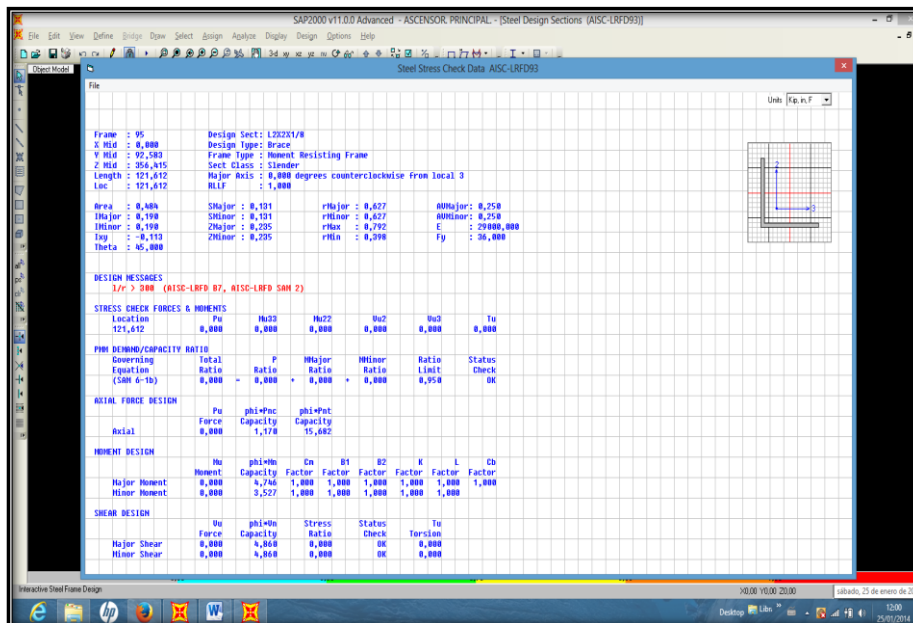


Figura 6.25: Arriostramientos

Fuente: El autor

A.2 CONCLUSIONES DEL DISEÑO

- En las estructuras de los ascensores es necesario cuidar que tengan la rigidez adecuada para evitar que la deformación o el pandeo atasque la cabina que utiliza la posición de las columnas principales para hacer de riel.
- Para este caso, no se ha tomado en cuenta normas específicas para diseño de ascensores que existen internacionalmente según la investigación realizada. Se ha aplicado los conocimientos y el material impartido en la asignatura de Diseño de Estructuras Metálicas.
- La estructura ha sido diseñada a carga muerta y carga viva, no se ha tomado en cuenta carga de viento por su configuración que no causa eventos aerodinámicos.
- Se ha ejecutado el diseño tomando en cuenta los parámetros a cumplirse y las restricciones a respetar según la voz del cliente.

B. PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS ESTÁTICO PARA DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD

B.1 ESTRUCTURA

1. Abrimos nuestro modelo estructural y lo simplificamos para el análisis, tomando únicamente en cuenta lo más principal

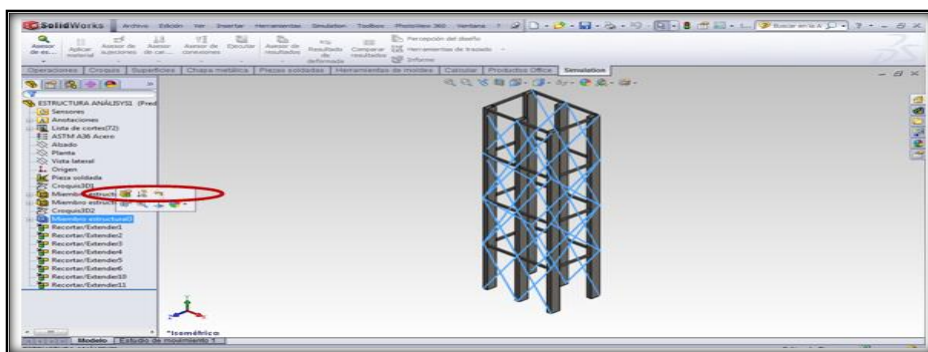


Figura 6.26: Modelo estructural

Fuente: El autor

2. En la barra de herramientas, damos click en la pestaña Simulación y seleccionamos del asesor de estudio Nuevo Estudio

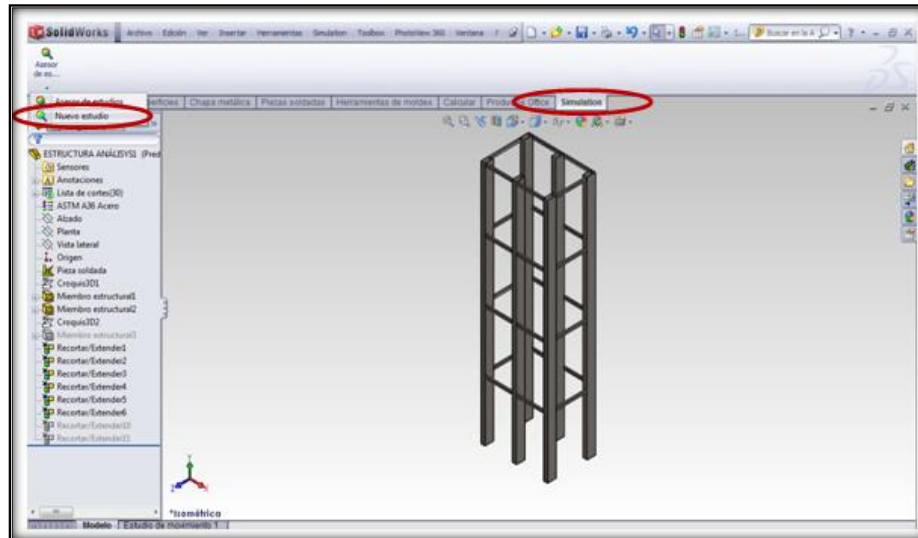


Figura 6.27: Nuevo estudio de la estructura

Fuente: El autor

3. Escogemos el tipo de estudio a realizar en la estructura, en nuestro caso es Estático y aceptamos.

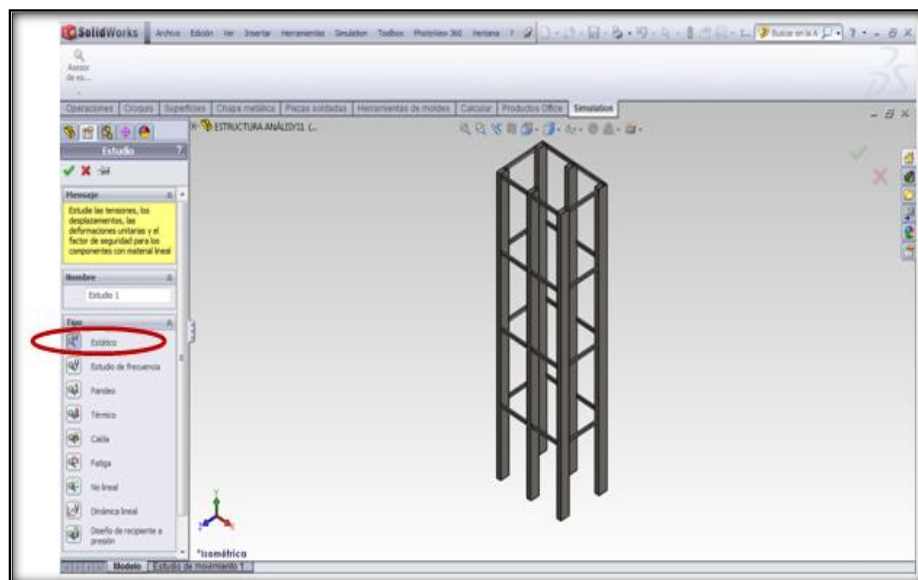


Figura 6.28: Estudio estático de la estructura

Fuente: El autor

4. Definimos el material de la estructura.

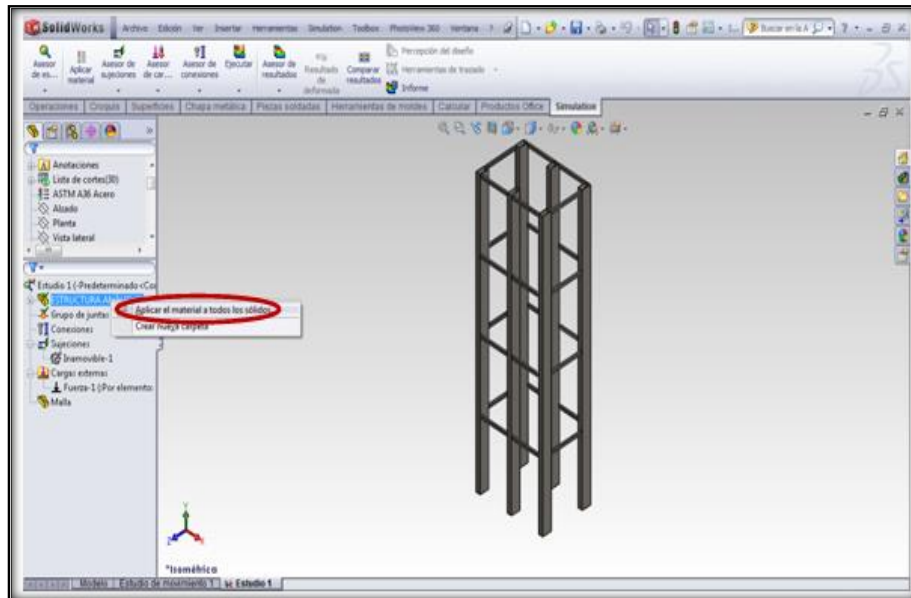


Figura 6.29: Selección del material de la estructura

Fuente: El autor

5. Definimos la sujeción y las cargas que actúan en la estructura.

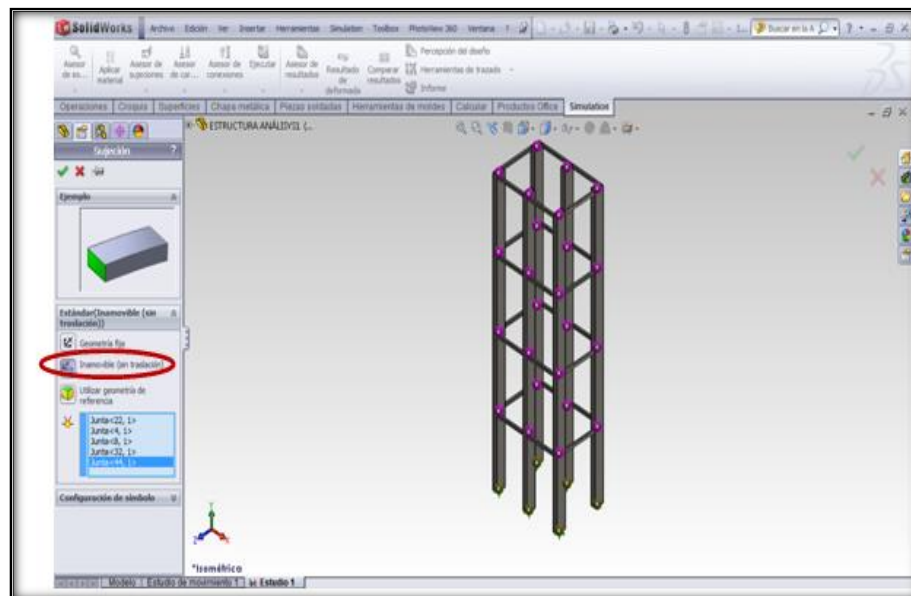


Figura 6.30: Aplicación de las sujeciones en la estructura

Fuente: El autor

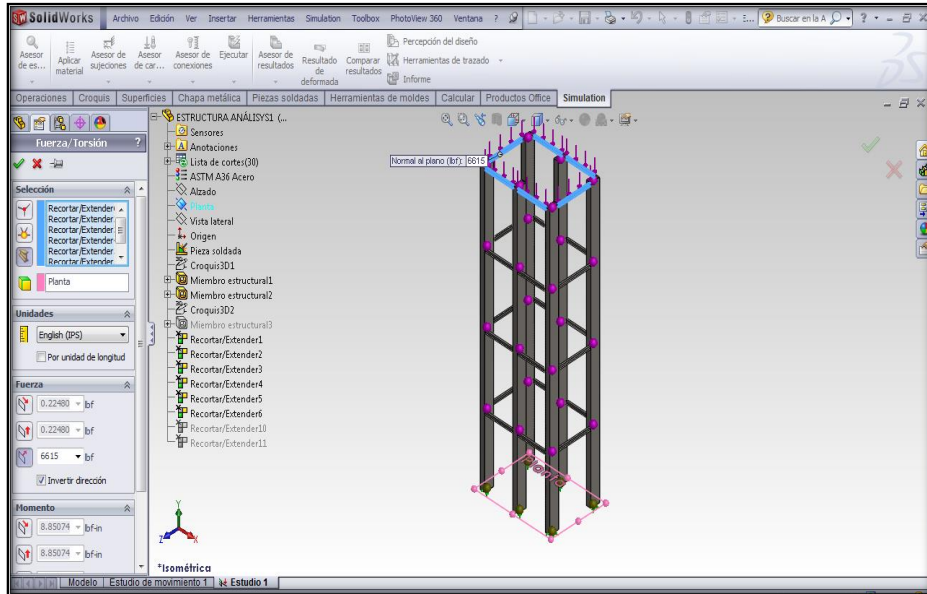


Figura 6.31: Aplicación de las cargas en la estructura

Fuente: El autor

6. Después de aplicar las cargas ejecutamos el análisis y determinamos los diferentes esfuerzos al que estará sometida la estructura determinando así el factor de seguridad.

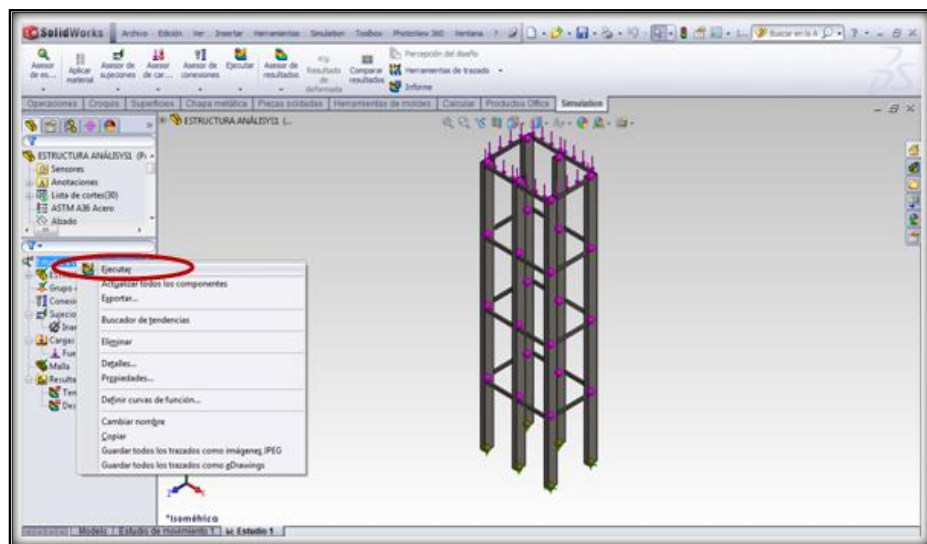


Figura 6.32: Análisis de los esfuerzos que está sometida la estructura

Fuente: El autor

7. Definimos el trazado del Factor de Seguridad

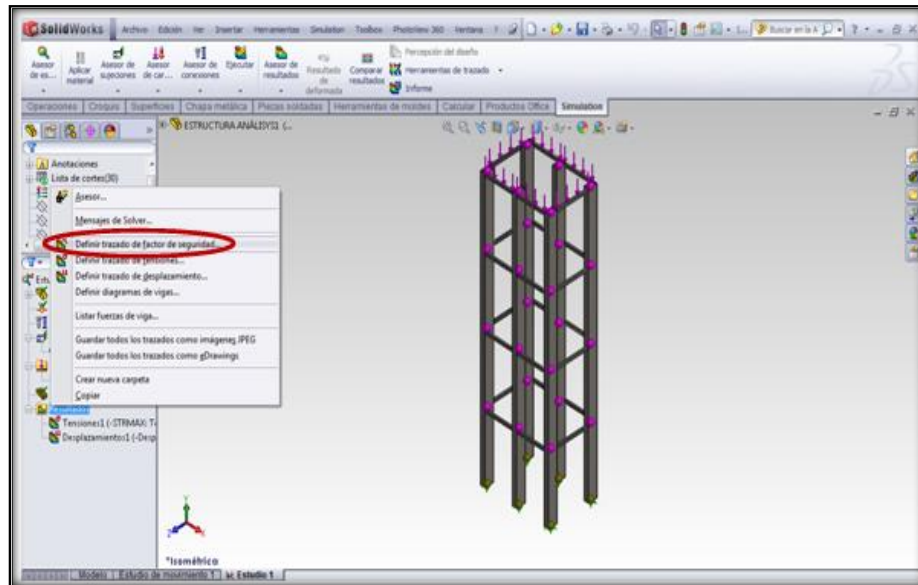


Figura 6.33: Selección del trazado Factor de Seguridad

Fuente: El autor

8. Analizamos los Resultados obtenidos

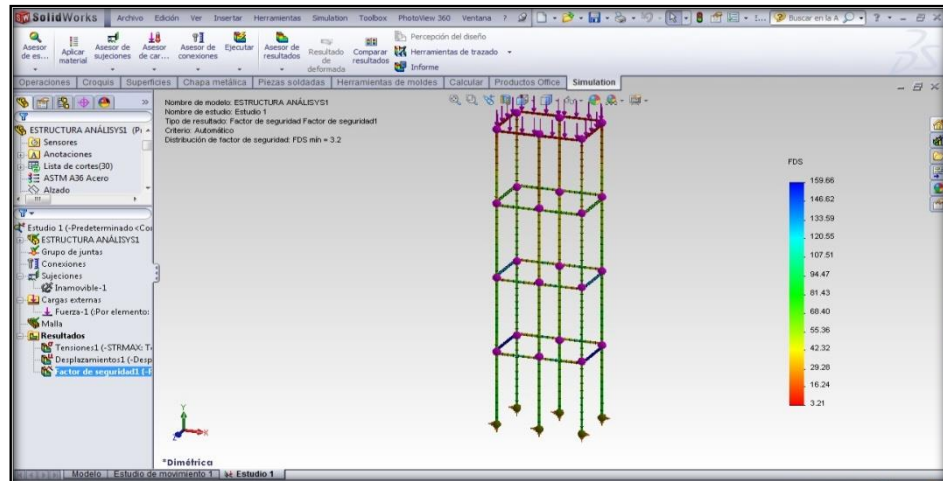


Figura 6.34: Factor de seguridad de la estructura

Fuente: El autor

Como se observa en la Figura 6.33, se tiene que el factor de seguridad de la estructura es de 3,2, por tal razón podemos decir que la estructura cumple con su diseño.

B.2 AMORTIGUADOR DE LACABINA

Para el análisis de este componente se somete a la fuerza máxima que debe soportar, entonces el análisis es el siguiente:

La masa total de la estructura de cabina es de 531,014 kg Ec. (6.25), lo cual indica que la carga a soportar por parte de los amortiguadores es de 74487,74 N Ec. (6.40), y cada uno de 37243,87 N, aplicando dicha fuerza para el análisis tenemos las siguientes figuras.

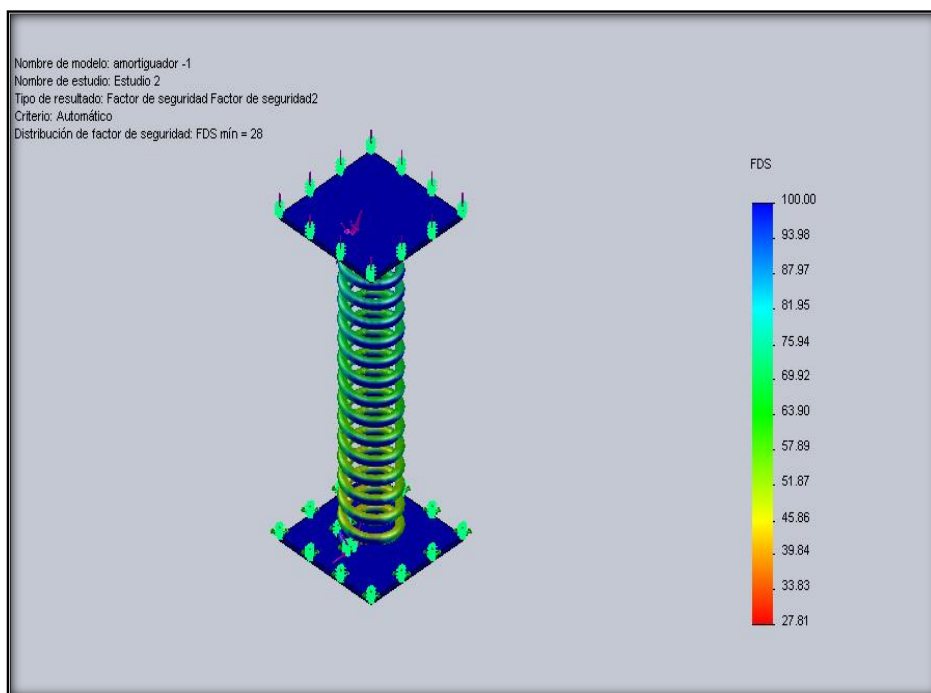


Figura 6.35: Factor de seguridad del amortiguador de la cabina

Fuente: El autor

Como se observa en la Figura 6.26, se tiene que el factor de seguridad mínimo del amortiguador de cabina es de 2,8, con la fuerza real aplicada, con lo cual el diseño se encuentra correcto ya que el factor de seguridad propuesto es de 2.0

B.3 POLEA TRACTORA DE LA CABINA

El análisis se realiza de la misma manera aplicando la presión específica sobre las gargantas de la polea, dicha presión es calculada mediante la Ec. (6.32) y tiene un valor de 3.92 MPa.

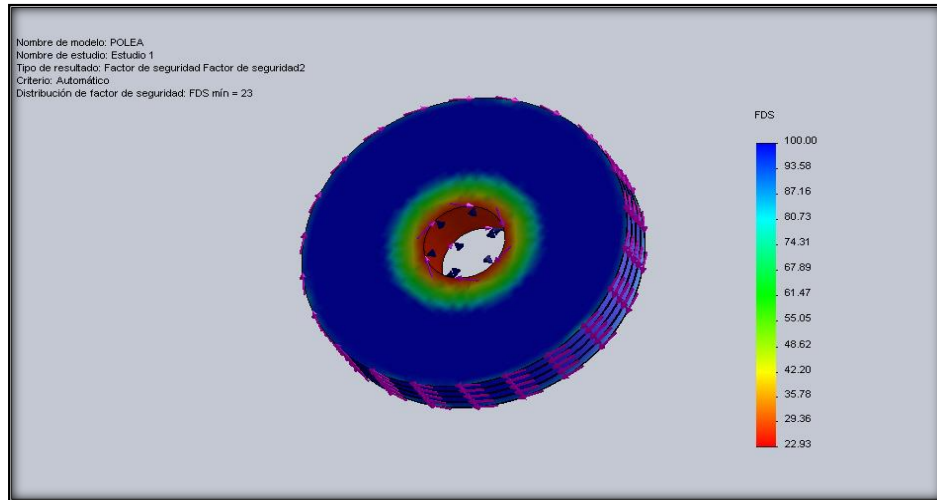


Figura 6.36: Factor de seguridad de la polea tractora de la cabina

Fuente: El autor

En la Figura 6.27, se muestra el factor de seguridad mínimo de 2.3 de la polea de cabina al aplicar una presión específica sobre las gargantas, indica que el diseño se encuentra correcto.

C. PROCEDIMIENTO DE LA ANIMACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

1. Abrimos el ensamble de nuestro modelo, y damos click en estudio de movimiento.

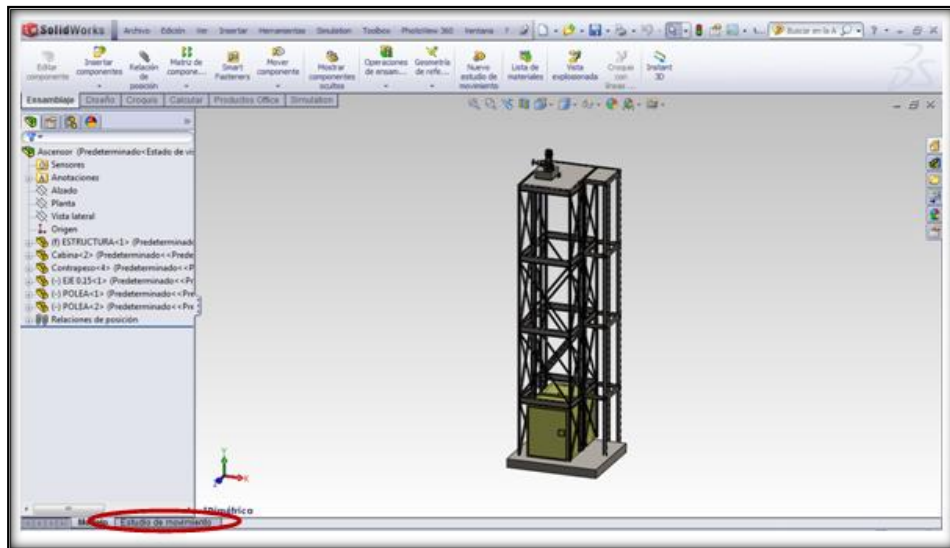


Figura 6.37: Ensamble del modelo

Fuente: El autor

2. Suprimimos las relaciones de posición, que impidan el movimiento para la animación.

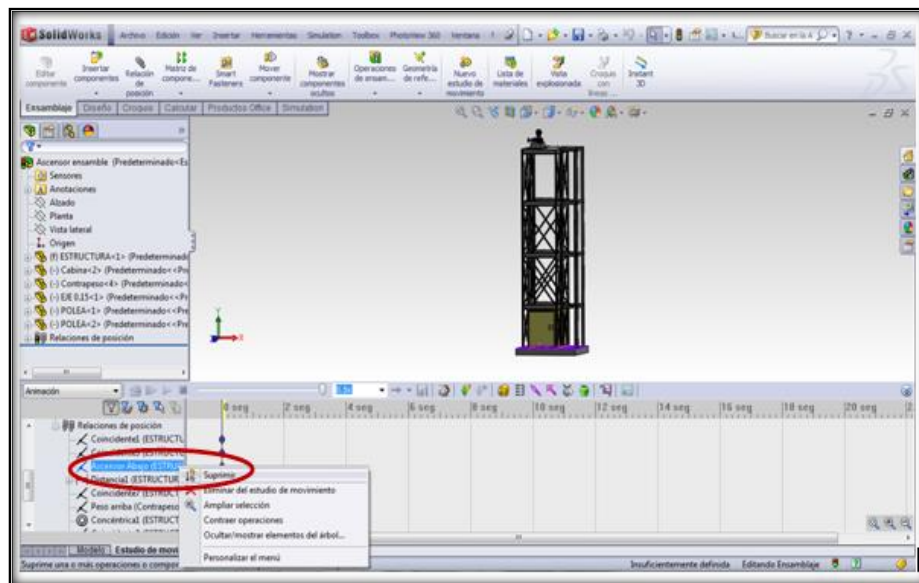


Figura 6.38: Eliminación de las relaciones de posición que impidan el movimiento de la animación

Fuente: El autor

3. Establecemos el tiempo total que durará la animación.

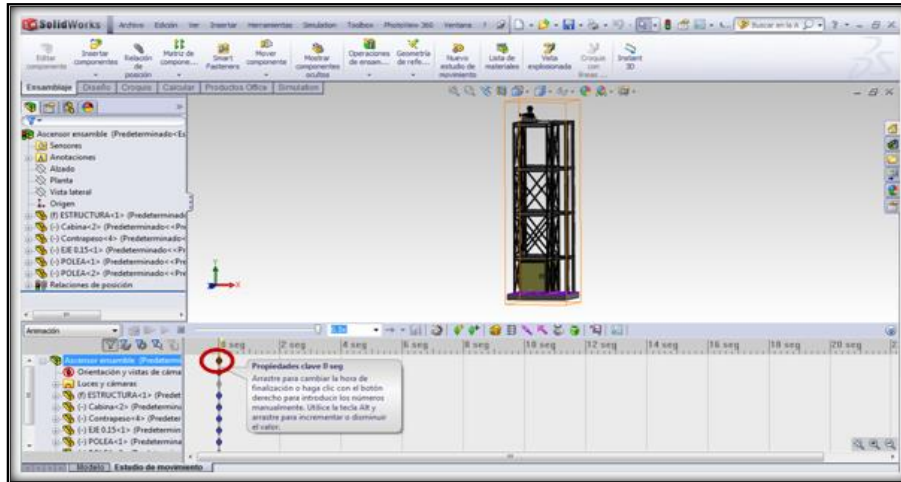


Figura 6.39: Determinación del tiempo de la animación

Fuente: El autor

4. Definimos el primer movimiento del ascensor, tomando en cuenta la distancia del recorrido, para esto utilizamos un Motor Lineal, y establecemos los parámetros.

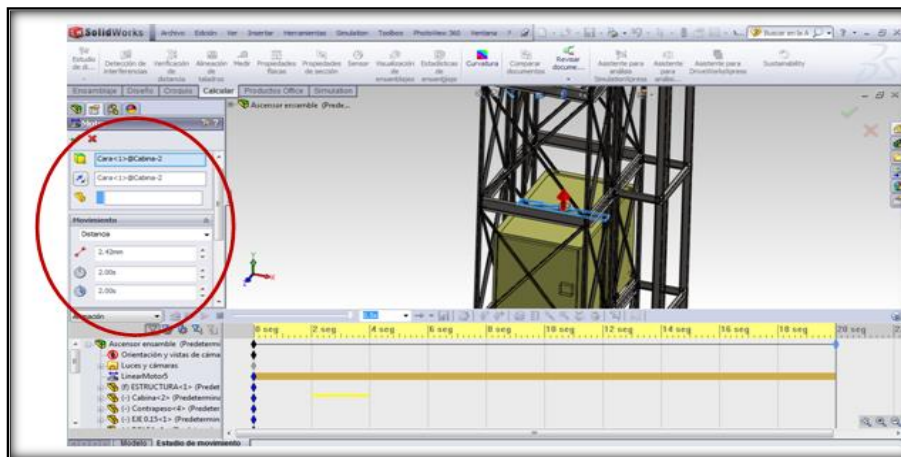


Figura 6.40: Definición del primer movimiento de la cabina

Fuente: El autor

5. De igual forma que la cabina, el contrapeso tiene desplazamiento y procedemos de la misma manera.

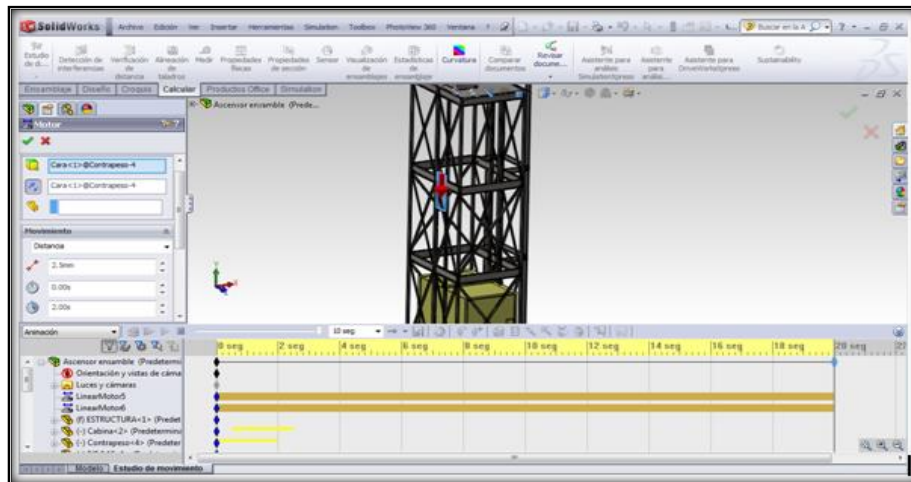


Figura 6.41: Definición del movimiento del contrapeso

Fuente: El autor

6. Para establecer el segundo movimiento de la cabina, procedemos de la misma manera que en el primero, y colocamos marcas para controlar el tiempo de acción, tomando en cuenta el tiempo del recorrido anterior y el del siguiente.



Figura 6.42: Definición de los siguientes movimientos

Fuente: El autor

6.7. ADMINISTRACIÓN

En esta sección se presentan los costos de los materiales y accesorios utilizados en la construcción del prototipo.

Tabla 6.6: Costos

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	PESO UNITARIO	PESO TOTAL	COSTO/Kg
8	PERFIL ASTM A-36 TR 6X2X3/16	91.51 Kg	673 kg	1009.82
1	PERFIL ASTM A-36 TR 6X2X3/16	91.51 Kg	82 kg	123.651
2	PERFIL ASTM A-36 TR 6X2X3/16	91.51 Kg	101 kg	151.129
5	PERFIL ASTM A-36 L 2X2X1/8	15.61 Kg	67 kg	100.657
8	PERFIL ASTM A-36 L 2X2X1/8	15.61 Kg	125 kg	187.269
8	PERFIL ASTM A-36 L 2X2X1/8	15.61 Kg	8 kg	117.565
3	PERFIL ASTM A-36 W 10X12	216 Kg	616 kg	923.40
2	PERFIL ASTM A-36 W 10X12	216 Kg	410 kg	615.60
2	PERFIL ASTM A-36 W 10X12	216 Kg	432 kg	648.00
2	PERFIL ASTM A-36 TC 4X2X5/16	117.12 Kg	234 kg	351.36
1	EJE DE ACERO SA - 1020	59.54 Kg	12 kg	17.86
1	EJE DE ACERO SA - 1020	59.54 Kg	12 kg	17.86
1	PLANCHA DE ACERO ASTM A 36	76.21 Kg	38 kg	57.15
2	PERFIL T60/9	57.02 Kg	114 kg	171.072
1	CONTRAPESO DE PLOMO	100 Kg	600 kg	900.00
2	PERFIL T60/9	48 Kg	200 kg	300.00
1	PLANCHA DE ACERO ASTM A 36	76.21 Kg	8 kg	11.43
6	PERFIL AISI 360 TP 304 TR 2X2X3/16	45.80 Kg	275 kg	412.171
10	PLANCHA DE ACERO AISI 240 TP 304	35.72 Kg	325 kg	487.60
2	PINTURA EXTERIOR GRADO SSPC - SP 3 ANTICORROSIVO	-	-	135.00
50	ELECTRODOS 6011	-	-	75.00
			TOTAL	6115.994

Fuente: El autor

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA

1. CALLISTER William. (1995). Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Volumen I. Editorial Reverté S. A. España.
2. HIBBELER L. C. (2006). Mecánica de Materiales. 6ª edición. Editorial Pearson Education. México.
3. LARRODÉ, E; MIRAVETE, A. (1996). Transporte Vertical. Servicio de publicaciones, Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza. 1ª Edición Editorial Reverté S.A
4. MCCORMAC Jack. (1999). Diseño de Estructuras Metálicas: Método ASD. 4ª Edición. Editorial Alfaomega. México.
5. MOTT Robert L. (2006). Diseño de elementos de máquinas. 4ª Edición. Editorial Pearson Education. México.
6. RIBA Carlos. (2006). Diseño Concurrente. Cataluña, España: Universidad Politécnica de Cataluña.
7. SHIGLEY Joseph. (2008). Diseño en ingeniería mecánica. 8ª Edición. Editorial McGraw-Hill.
8. SMITH, W; JAVAD H. (2006). Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de los Materiales, Mexico. 4ª Edición. Editorial Mac Graw-Hill. México.

LINCOGRAFÍAS

Otis Elevadores (2012). Ingeniería en Ascensores. Recuperado de <http://ascensoresotis.com.ec/index>

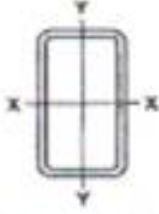
Mitsubishi Electric. [2012]. Ascensores y Escaleras Eléctricas. Recuperado de <http://www.mitsubishi-elevator.com/sp.html>

Raloe [2012]. Catálogo y Componentes de Ascensores. Recuperado de <http://www.raloe.com/ver/483/Catalogo-completo.html>

ANEXOS

ANEXO A

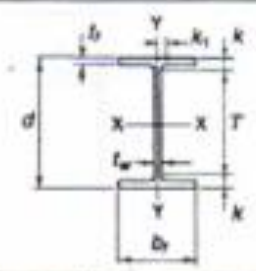
STRUCTURAL TUBING
Rectangular
Dimensions and properties



Dimensions			Properties**										
Nominal* Size	Wall Thickness	Weight per Ft	Area	X-X Axis				Y-Y Axis				J	
				I_x	S_x	Z_x	r_x	I_y	S_y	Z_y	r_y		
in.	in.	Lb.	in. ²	in. ⁴	in. ³	in. ³	in.	in. ⁴	in. ³	in. ³	in.	in. ⁴	
6x2	0.3750	¾	17.27	5.08	17.8	5.94	8.33	1.87	2.84	2.84	3.61	0.748	8.72
	0.3125	⅝	14.83	4.36	15.0	5.34	7.33	1.92	2.62	2.62	3.22	0.775	7.94
	0.2500	¼	12.21	3.59	13.8	4.60	6.18	1.96	2.31	2.31	2.75	0.802	6.88
	0.1875	⅜	9.42	2.77	11.1	3.70	4.88	2.00	1.90	1.90	2.20	0.829	5.56
5x4	0.3750	¾	19.82	5.83	18.7	7.50	9.44	1.79	13.2	6.58	8.08	1.50	28.3
	0.3125	⅝	16.96	4.98	16.8	6.85	8.24	1.83	11.7	5.85	7.05	1.53	22.9
	0.2500	¼	13.91	4.09	14.1	5.65	6.89	1.86	9.98	4.90	5.90	1.58	19.1
	0.1875	⅜	10.70	3.14	11.2	4.49	5.38	1.88	7.36	3.96	4.53	1.59	14.9
5x3	0.5000	½	21.83	6.38	18.9	6.75	9.20	1.63	7.33	4.88	6.35	1.07	18.2
	0.3750	¾	17.27	5.08	14.7	5.89	7.71	1.70	6.48	4.32	5.35	1.13	15.5
	0.3125	⅝	14.83	4.36	13.2	5.27	6.77	1.74	5.85	3.90	4.72	1.18	13.8
	0.2500	¼	12.21	3.59	11.3	4.52	5.70	1.77	5.05	3.37	3.99	1.19	11.7
5x2	0.3125	⅝	12.70	3.73	9.74	3.90	5.31	1.62	2.16	2.16	2.70	0.762	6.24
	0.2500	¼	10.51	3.09	8.48	3.39	4.51	1.66	1.92	1.92	2.32	0.789	5.43
	0.1875	⅜	8.15	2.38	6.89	2.75	3.59	1.70	1.60	1.60	1.86	0.816	4.40
4x3	0.3125	⅝	12.70	3.73	7.45	3.72	4.75	1.41	4.71	3.14	3.88	1.12	9.89
	0.2500	¼	10.51	3.09	6.45	3.23	4.03	1.45	4.10	2.74	3.30	1.15	8.41
	0.1875	⅜	8.15	2.39	5.23	2.62	3.20	1.48	3.34	2.23	2.62	1.18	6.67
4x2	0.3125	⅝	10.58	3.11	5.32	2.68	3.60	1.31	1.71	1.71	2.17	0.743	4.58
	0.2500	¼	8.81	2.59	4.69	2.35	3.09	1.35	1.54	1.54	1.88	0.770	4.01
	0.1875	⅜	6.87	2.02	3.87	1.93	2.48	1.38	1.29	1.29	1.52	0.798	3.26
3.5x2.5	0.2500	¼	8.81	2.59	3.97	2.27	2.88	1.24	2.33	1.66	2.28	0.948	4.99
	0.1875	⅜	6.87	2.02	3.26	1.86	2.21	1.27	1.93	1.54	1.83	0.977	4.02
3x2	0.2500	¼	7.11	2.09	2.21	1.47	1.82	1.03	1.15	1.15	1.44	0.742	2.63
	0.1875	⅜	5.59	1.64	1.86	1.24	1.57	1.06	0.977	0.977	1.18	0.771	2.16

*Outside dimensions across flat sides.
**Properties are based upon a nominal outside corner radius equal to two times the wall thickness.

Fuente: American Institute of Steel Construction



**W SHAPES
Dimensions**

Designation	Area <i>A</i>	Depth		Web		Flange		Distance					
		<i>d</i>	<i>d</i>	Thickness <i>t_w</i>	$\frac{L_w}{2}$	Width <i>b_f</i>	Thickness <i>t_f</i>	<i>r</i>	<i>k</i>	<i>k₁</i>			
											in. ²	in.	in.
W 10x112	32.9	11.26	11%	0.750	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	10.415	10%	1.250	$\frac{1}{4}$	7%	1%	$\frac{1}{16}$
x 100	29.4	11.10	11%	0.680	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	10.340	10%	1.125	$\frac{1}{4}$	7%	1%	$\frac{1}{16}$
x 88	25.9	10.94	10%	0.605	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	10.265	10%	0.990	$\frac{1}{4}$	7%	1%	$\frac{1}{16}$
x 77	22.6	10.80	10%	0.530	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	10.190	10%	0.870	$\frac{1}{4}$	7%	1%	$\frac{1}{16}$
x 68	20.0	10.40	10%	0.470	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	10.130	10%	0.770	$\frac{1}{4}$	7%	1%	$\frac{1}{16}$
x 60	17.6	10.22	10%	0.420	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	10.080	10%	0.680	$\frac{1}{4}$	7%	1%	$\frac{1}{16}$
x 54	15.8	10.09	10%	0.370	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	10.030	10	0.615	$\frac{1}{4}$	7%	1%	$\frac{1}{16}$
x 49	14.4	9.98	10	0.340	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	10.000	10	0.560	$\frac{1}{4}$	7%	1%	$\frac{1}{16}$
W 10x 45	13.3	10.10	10%	0.350	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	8.020	8	0.620	$\frac{1}{4}$	7%	1%	$\frac{1}{16}$
x 39	11.5	9.92	9%	0.315	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	7.965	8	0.530	$\frac{1}{4}$	7%	1%	$\frac{1}{16}$
x 33	9.71	9.73	9%	0.290	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	7.960	8	0.435	$\frac{1}{4}$	7%	1%	$\frac{1}{16}$
W 10x 30	8.84	10.47	10%	0.300	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	5.810	5%	0.510	$\frac{1}{4}$	8%	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$
x 26	7.81	10.33	10%	0.260	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	5.770	5%	0.440	$\frac{1}{4}$	8%	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$
x 22	6.49	10.17	10%	0.240	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	5.750	5%	0.380	$\frac{1}{4}$	8%	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$
W 10x 19	5.62	10.24	10%	0.250	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	4.020	4	0.395	$\frac{1}{4}$	8%	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$
x 17	4.99	10.11	10%	0.240	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	4.010	4	0.330	$\frac{1}{4}$	8%	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$
x 15	4.41	9.99	10	0.230	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	4.000	4	0.270	$\frac{1}{4}$	8%	$\frac{11}{16}$	$\frac{1}{16}$
x 12	3.54	9.87	9%	0.190	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	3.960	4	0.210	$\frac{1}{4}$	8%	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$

Fuente: American Institute of Steel Construction

LARRODÉ, E; MIRAVETE, A. (1996). *Transporte Vertical*. Servicio de publicaciones Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza. 1ª Edición

Tabla 2.13 Coeficiente w de aumento de las cargas a pandeo en función de λ para el acero de 370 MPa para calidades de acero de resistencia intermedia se determina el valor de w por interpolación lineal. Los valores de λ se leen: las decenas en vertical y las unidades en horizontal

X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
20	1.04	1.04	1.04	1.05	1.06	1.06	1.07	1.07	1.07	1.08	20
30	1.08	1.09	1.09	1.10	1.10	1.11	1.11	1.12	1.13	1.13	30
40	1.14	1.14	1.15	1.16	1.16	1.17	1.18	1.19	1.19	1.20	40
50	1.21	1.22	1.23	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27	1.28	1.29	50
60	1.30	1.31	1.32	1.33	1.34	1.35	1.36	1.37	1.39	1.40	60
70	1.41	1.42	1.44	1.45	1.46	1.48	1.49	1.50	1.52	1.53	70
80	1.55	1.56	1.58	1.59	1.61	1.62	1.64	1.66	1.68	1.69	80
90	1.71	1.73	1.74	1.76	1.78	1.80	1.82	1.84	1.86	1.88	90
100	1.90	1.92	1.94	1.96	1.98	2.00	2.02	2.05	2.07	2.09	100
110	2.11	2.14	2.16	2.18	2.21	2.23	2.27	2.31	2.35	2.39	110
120	2.43	2.47	2.51	2.55	2.60	2.64	2.68	2.72	2.77	2.81	120
130	2.85	2.90	2.94	2.99	3.03	3.08	3.12	3.17	3.22	3.26	130
140	3.31	3.36	3.41	3.45	3.50	3.55	3.60	3.65	3.70	3.75	140
150	3.80	3.85	3.90	3.95	4.00	4.06	4.11	4.16	4.22	4.27	150
160	4.32	4.38	4.43	4.49	4.54	4.60	4.65	4.71	4.77	4.82	160
170	4.88	4.94	5.00	5.05	5.11	5.17	5.23	5.29	5.35	5.41	170
180	5.47	5.53	5.59	5.66	5.72	5.78	5.84	5.91	5.97	6.03	180
190	6.10	6.16	6.23	6.29	6.36	6.42	6.49	6.55	6.62	6.69	190
200	6.75	6.82	6.89	6.96	7.03	7.10	7.17	7.24	7.31	7.38	200
210	7.45	7.52	7.59	7.66	7.73	7.81	7.88	7.95	8.03	8.10	210
220	8.17	8.25	8.32	8.40	8.47	8.55	8.63	8.70	8.78	8.86	220
230	8.93	9.01	9.09	9.17	9.25	9.33	9.41	9.49	9.57	9.65	230
240	9.73	9.81	9.89	9.97	10.05	10.14	10.22	10.30	10.39	10.47	240
250	10.55										

Para calidades de acero de resistencia intermedia determinar el valor de w por interpolación lineal.

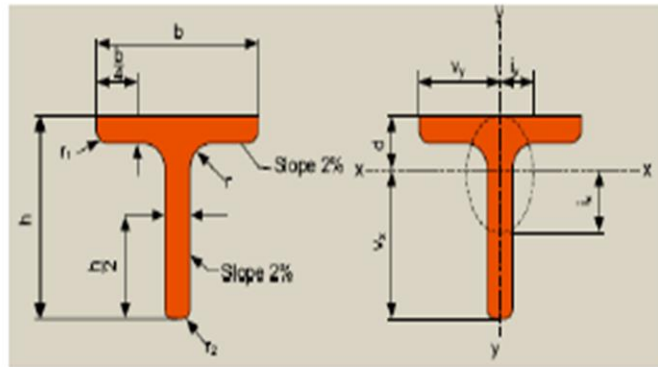
Fuente: Elevadores: Principios e Innovaciones

LARRODÉ, E; MIRAVETE, A. (1996). *Transporte Vertical*. Servicio de publicaciones, Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza. 1ª Edición

Tabla 2.14 Coeficiente w de aumento de las cargas a pandeo en función de λ para el acero de 520 MPa. Para calidades acero de resistencia intermedia se determina el valor de w por interpolación lineal. Los valores de λ se leen: las decenas en vertical y las unidades en horizontal.

X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	L
20	1.05	1.06	1.07	1.07	1.08	1.08	1.09	1.09	1.10	1.11	20
30	1.11	1.12	1.12	1.13	1.14	1.15	1.15	1.16	1.17	1.18	30
40	1.19	1.19	1.20	1.21	1.22	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27	40
50	1.28	1.30	1.31	1.32	1.33	1.35	1.36	1.37	1.39	1.40	50
60	1.41	1.43	1.44	1.46	1.48	1.49	1.51	1.53	1.54	1.56	60
70	1.58	1.60	1.62	1.64	1.66	1.68	1.70	1.72	1.74	1.77	70
80	1.79	1.81	1.83	1.86	1.88	1.91	1.93	1.95	1.98	2.01	80
90	2.05	2.10	2.14	2.19	2.24	2.29	2.33	2.38	2.43	2.48	90
100	2.53	2.58	2.64	2.69	2.74	2.79	2.85	2.90	2.95	3.01	100
110	3.06	3.12	3.18	3.23	3.29	3.35	3.41	3.47	3.53	3.59	110
120	3.65	3.71	3.77	3.83	3.89	3.96	4.02	4.09	4.15	4.22	120
130	4.28	4.35	4.41	4.48	4.55	4.62	4.69	4.75	4.82	4.89	130
140	4.96	5.04	5.11	5.18	5.25	5.33	5.40	5.47	5.55	5.62	140
150	5.70	5.78	5.85	5.93	6.01	6.09	6.16	6.24	6.32	6.40	150
160	6.48	6.57	6.65	6.73	6.81	6.90	6.98	7.06	7.15	7.23	160
170	7.32	7.41	7.49	7.58	7.67	7.76	7.85	7.94	8.03	8.12	170
180	8.21	8.30	8.39	8.48	8.58	8.67	8.76	8.86	8.95	9.05	180
190	9.14	9.24	9.34	9.44	9.53	9.63	9.73	9.83	9.93	10.03	190
200	10.13	10.23	10.34	10.44	10.54	10.65	10.75	10.85	10.96	11.06	200
210	11.17	11.28	11.38	11.49	11.60	11.71	11.82	11.93	12.04	12.15	210
220	12.26	12.37	12.48	12.60	12.71	12.82	12.94	13.05	13.17	13.28	220
230	13.40	13.52	13.63	13.75	13.87	13.99	14.11	14.23	14.35	14.47	230
240	14.59	14.71	14.83	14.96	15.08	15.20	15.33	15.45	15.58	15.71	240
250	15.83										

Fuente: Elevadores: Principios e Innovaciones

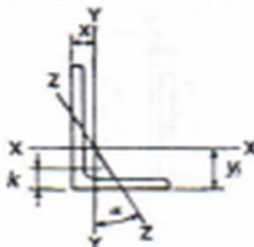


Diagramas de notaciones 205-330 / Notations pages 205-300 / Diagram di annotazioni 205-330

Denominación Designation Designazione	Dimensiones Dimensions Dimensioni							Posición del eje x-x Position of axis x-x Posizione dell'asse x-x		Propiedades del perfil / Sezione proprietà / Proprietà geometriche del profilo						Classification EN 10025-1-1:2005		EN 10025-2:2004	
	G	h	b	s=t	r	r ₁	r ₂	A	d	eje x-x axis x-x asse x-x	eje y-y axis y-y asse y-y	i	j	i _y	j _y	pure compression	S235		S355
kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm ² x10 ³	mm x10	mm ⁴ x10 ⁸	mm ⁴ x10 ⁸	mm x10	mm ⁴ x10 ⁸	mm ⁴ x10 ⁸	mm ⁴ x10 ⁸	mm ⁴ x10 ⁸				

T 30*	1,77	30	30	4	4	2	1	2,26	0,85	1,72	0,80	0,87	0,87	0,58	0,62	1	1	✓
T 35*	2,33	35	35	4,5	4,5	2,5	1	2,97	0,90	3,10	1,23	1,04	1,57	0,90	0,73	1	1	✓
T 40*	2,95	40	40	5	5	2,5	1	3,77	1,12	5,20	1,84	1,18	2,50	1,29	0,83	1	1	✓
T 50*	4,44	50	50	6	6	3	2	5,66	1,39	12,1	3,36	1,46	6,06	2,42	1,03	1	1	✓
T 60*	6,23	60	60	7	7	3,5	2	7,04	1,66	23,8	5,48	1,73	12,2	4,07	1,24	1	1	✓
T 70*	8,32	70	70	8	8	4	2	10,6	1,94	44,5	8,79	2,05	22,1	6,32	1,44	1	1	✓
T 80*	10,7	80	80	9	9	4,5	2	13,6	2,22	73,7	12,8	2,33	37,0	9,25	1,65	1	1	✓

Fuente: Acelor Mittal



ANGLES
Equal legs and unequal legs
Properties for designing

Size and Thickness	k	Weight per Ft	Area	AXIS X-X				AXIS Y-Y				AXIS Z-Z		
				I	S	r	y	I	S	r	x	r	Tan α	
In.	In.	Lb.	in. ²	in. ⁴	in. ³	in.	in.	in. ⁴	in. ³	in.	in.	in.	in.	
L3 x2½x	¼	⅝	8.5	2.50	2.08	1.04	0.813	1.00	1.30	0.744	0.722	0.750	0.520	0.667
	⅜	⅞	7.6	2.21	1.88	0.928	0.920	0.978	1.18	0.664	0.729	0.728	0.521	0.672
	½	⅞	6.6	1.92	1.66	0.810	0.928	0.958	1.04	0.581	0.736	0.706	0.522	0.676
	⅝	⅞	5.6	1.62	1.42	0.688	0.937	0.933	0.898	0.494	0.744	0.683	0.525	0.680
	¾	⅞	4.5	1.31	1.17	0.561	0.945	0.911	0.743	0.404	0.753	0.661	0.528	0.684
¾	⅞	3.39	0.896	0.907	0.430	0.954	0.888	0.577	0.310	0.761	0.638	0.533	0.688	
L3 x2 x	¼	⅞	7.7	2.25	1.92	1.00	0.924	1.08	0.872	0.474	0.546	0.583	0.428	0.414
	⅜	⅞	6.8	2.00	1.73	0.894	0.932	1.06	0.609	0.424	0.553	0.561	0.429	0.421
	½	⅞	5.9	1.73	1.53	0.781	0.940	1.04	0.543	0.371	0.559	0.539	0.430	0.428
	⅝	⅞	5.0	1.46	1.32	0.664	0.948	1.02	0.470	0.317	0.567	0.516	0.432	0.435
	¾	⅞	4.1	1.19	1.09	0.542	0.957	0.993	0.392	0.260	0.574	0.493	0.435	0.440
¾	⅞	3.07	0.902	0.842	0.415	0.966	0.970	0.307	0.200	0.583	0.470	0.439	0.446	
L2½x2½x	¼	⅞	7.7	2.25	1.23	0.724	0.739	0.806	1.23	0.724	0.739	0.806	0.487	1.000
	⅜	⅞	5.9	1.73	0.984	0.566	0.753	0.782	0.964	0.566	0.753	0.782	0.487	1.000
	½	⅞	5.0	1.46	0.849	0.482	0.761	0.740	0.849	0.482	0.761	0.740	0.489	1.000
	⅝	⅞	4.1	1.19	0.703	0.394	0.769	0.717	0.703	0.394	0.769	0.717	0.491	1.000
	¾	⅞	3.07	0.902	0.547	0.303	0.778	0.694	0.547	0.303	0.778	0.694	0.495	1.000
L2½x2 x	¼	⅞	5.3	1.55	0.912	0.547	0.766	0.831	0.514	0.363	0.577	0.581	0.420	0.614
	⅜	⅞	4.5	1.31	0.788	0.466	0.776	0.809	0.446	0.310	0.584	0.559	0.422	0.620
	½	⅞	3.62	1.06	0.654	0.381	0.784	0.787	0.372	0.254	0.592	0.537	0.424	0.626
	¾	⅞	2.75	0.809	0.509	0.293	0.793	0.764	0.291	0.196	0.600	0.514	0.427	0.631
L2 x2 x	¼	⅞	4.7	1.38	0.479	0.351	0.594	0.636	0.479	0.351	0.594	0.636	0.389	1.000
	⅜	⅞	3.92	1.15	0.416	0.300	0.601	0.614	0.416	0.300	0.601	0.614	0.390	1.000
	½	⅞	3.19	0.938	0.348	0.247	0.609	0.592	0.348	0.247	0.609	0.592	0.391	1.000
	¾	⅞	2.44	0.715	0.272	0.190	0.617	0.569	0.272	0.190	0.617	0.569	0.394	1.000
¾	⅞	1.65	0.484	0.190	0.131	0.626	0.546	0.190	0.131	0.626	0.546	0.398	1.000	

Fuente: American Institute of Steel Construction

Dimensions			Properties**						
Nominal* Size	Wall Thickness		Weight per Ft	Area	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>r</i>	<i>J</i>	<i>Z</i>
	in.	in.							
4.5x4.5	0.2500	1/4	13.91	4.09	12.1	5.36	1.72	19.7	6.43
	0.1875	3/16	10.70	3.14	9.60	4.27	1.75	15.4	5.00
4x4	0.5000	1/2	21.63	6.36	12.3	6.13	1.39	21.8	8.02
	0.3750	3/8	17.27	5.08	10.7	5.35	1.45	18.4	6.72
	0.3125	5/16	14.83	4.35	9.58	4.79	1.48	16.1	5.90
	0.2500	1/4	12.21	3.59	8.22	4.11	1.51	13.5	4.97
	0.1875	3/16	9.42	2.77	6.59	3.30	1.54	10.6	3.91
3.5x3.5	0.3125	5/16	12.70	3.73	6.09	3.46	1.28	10.4	4.35
	0.2500	1/4	10.51	3.09	5.29	3.02	1.31	8.82	3.70
	0.1875	3/16	8.15	2.39	4.29	2.45	1.34	6.99	2.93
3x3	0.3125	5/16	10.58	3.11	3.50	2.39	1.07	6.22	3.04
	0.2500	1/4	8.91	2.50	3.16	2.10	1.10	5.35	2.61
	0.1875	3/16	6.87	2.02	2.60	1.73	1.13	4.28	2.10
2.5x2.5	0.3125	5/16	8.45	2.48	1.97	1.50	0.868	3.32	1.86
	0.2500	1/4	7.11	2.09	1.69	1.35	0.899	2.92	1.71
	0.1875	3/16	5.59	1.64	1.42	1.14	0.930	2.38	1.40
2x2	0.3125	5/16	6.32	1.86	0.815	0.815	0.682	1.49	1.11
	0.2500	1/4	5.41	1.59	0.766	0.766	0.694	1.36	1.00
	0.1875	3/16	4.32	1.27	0.668	0.668	0.720	1.15	0.840

*Outside dimensions across flat sides.
 **Properties are based upon a nominal outside corner radius equal to two times the wall thickness.

Fuente: American Institute of Steel Construction

Cables de tracción

- Ascensores estándar

Tabla 2.22

denominación	diámetros (mm)	altura (m)	garganta de polea
8X19 Seale + 1	8-20	hasta 200	cualquier tipo

- Ascensores altas prestaciones e hidráulicos

Tabla 2.23

denominación	diámetros (mm)	altura (m)	garganta de polea
8X19 Seale + mixta	8-22	cualquiera	no en V, endurecida

- Ascensores de bajas prestaciones (bajas velocidades o frecuencias de utilización muy bajas) y montacargas

Tabla 2.24

denominación	diámetros (mm)	altura (m)	garganta de polea
6X19 Seale + 1	6-16	hasta 50	no entalla ancha
6X19 W + 1	8-16	hasta 50	no entalla ancha
6X25 F + 1	13-16	hasta 50	no entalla ancha

Fuente: Elevadores: Principios e Innovaciones

TECHNO

CABLES DE ACERO ALMA DE FIBRA



CABLE 8x19 SEALE (1+9+9)+FC + 152 HILOS

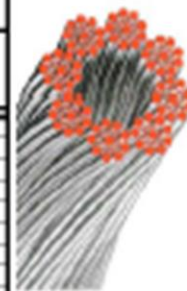
Ø 8 x 26 mm



8 x 19 + 1 SEALE
DIN 3062

Código C/D	Código D	Diámetro mm	Peso kg/m	Carga de rotura calculada		Carga de rotura mínima	
				kN	Kil	kN	Kil
88008	880081	8	8,223	28,7	3943	32,5	3510
88009	880091	9	8,285	43,6	5845	41,5	4240
88010	880101	10	8,348	60,5	8158	58,5	5170
88011	880111	11	8,422	73,2	9443	61,5	6250
88012	880121	12	8,582	87,1	10858	73,2	7440
88013	880131	13	8,589	102	12408	85,9	8730
88014	880141	14	8,683	119	13808	98,5	10180
88015	880151	15	8,794	138	15808	114	11980
88016	880161	16	8,882	155	17508	130	13200
88017	880171	17	1,010	175	17808	147	14980
88018	880181	18	1,130	196	19808	165	16700
88019	880191	19	1,260	218	22208	183	18980
88020	880201	20	1,380	242	24808	203	20700
88021	880211	22	1,580	260	29808	246	25080
88024	880241	24	2,010	348	35408	293	29980
88025	880251	26	2,360	409	41808	340	34980
88028	880281	28	2,730	474	45208	398	40580
88032	880321	32	3,570	619	63808	528	52980
88036	880361	36	4,520	764	73708	658	66080

CABLES DE ACERO			8 x 19 - 1 SEALE		DUAL	
Diámetro cable (mm.)	Diámetro alambres (mm.)	Sección cable (mm ²)	Peso (Kg/m.)	CR24748L 1379/1770 N/mm ² Ka	CR34548L 1570/1770 N/mm ² Kg	
8	0,32	22	0,22	28,10	3,865	
9	0,38	28	0,28	35,90	3,839	
10	0,45	35	0,35	44,90	4,499	
11	0,51	43	0,42	53,20	5,425	
12	0,60	53	0,50	63,20	6,460	
13	0,65	60	0,59	74,50	7,589	
14	0,81	70	0,68	86,10	8,785	
15	0,90	83	0,78	98,90	10,898	
18	1,13	92	0,89	113,80	11,558	



Fuente: Catálogo TECHNO



FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO

MECANIZADOS

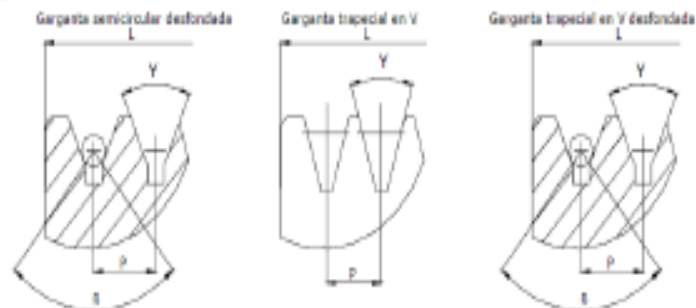
Máquina PM

CARACTERÍSTICAS POLEAS TRACTORAS

• Garganta de polea:

- Estándar: Semicircular desfondada; $\gamma=35^\circ$ y $\beta=95^\circ$, \varnothing Cable=10mm, Paso=15mm.
- Especial: Garganta semicircular desfondada: $\gamma= 25^\circ-40^\circ$, $\beta= 85^\circ-106^\circ$.
- Garganta trapecial en V: $\gamma= 35^\circ-40^\circ$,
- Garganta trapecial en V desfondada: $\gamma= 35^\circ-40^\circ$, $\beta= 85^\circ-106^\circ$.

• Tipos de garganta:



• Nº de cables y diámetros de cable, en función del diámetro de la polea, del ancho y del paso (cota P):

		POLEAS TRACTORAS								
Ø Polea (mm)	Ancho L (mm)	Ø Cable 8, 9, 10mm			Ø Cable 11, 12mm		Ø Cable 13mm		Ø Cable 14, 15mm	Nº Cables máx.
		P=15mm	P=18mm	P=21mm	P=18mm	P=21mm	P=18mm	P=21mm	P=21mm	
Ø40	100	6	5	4						
	72	4	3	3	3	3				
Ø60	100	6	5	4	5	4				
	72	4	3	3	3	3	3	3	3	

Fuente: Catálogo Mp Mecanizados

- Ascensores estándar, de altas prestaciones e hidráulicos

Tabla 2.28

denominación	diámetros (mm)	altura (m)	garganta de polea
8X19 Seale + 1	8-20	hasta 200	cualquier tipo

- Ascensores de bajas prestaciones (bajas velocidades o frecuencias de utilización muy bajas) y montacargas

Tabla 2.29

denominación	diámetros (mm)	altura (m)	garganta de polea
6X19 Seale + 1	6-16	hasta 50	no entalla ancha
6X19 W + 1	6-8	hasta 50	no entalla ancha

Fuente: Elevadores: Principios e Innovaciones