



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

TESIS DE GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

OCTUBRE, 2015

*“Nuevo Ascensor de la Facultad de
Ingeniería”*

Autores: Baldo, Nicolás Piero Matrícula: 11586
Guillermet, Agustín 12384

Director: Mg. Ing. Claudio Oscar Dimenna

Codirector: Dr. Ing. Mario Guillermo Macri

Comisión Evaluadora: Ing. Ruben Ferreyra

Ing. Rubén Di Mauro

Ing. Gustavo Ferro



RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA

DEDICATORIAS:

A LA FAMILIA: *por el apoyo incondicional y por brindarnos el privilegio de estudiar una carrera universitaria.*

A LOS COMPAÑEROS: *por las horas de esfuerzo y estudio compartido.*

AGRADECIMIENTOS:

Son muchas las personas a las que debemos agradecer por todo el apoyo, participación y enseñanzas que nos brindaron para concluir esta importantísima etapa de nuestras vidas:

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA:

Gracias por todos los años de enseñanzas y consejos adquiridos, que forjaron nuestros caracteres como personas honestas y de grandes valores.

AL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA:

Gracias por confiar en la importancia y validez de este proyecto, y sobre todo por confiar en nuestra capacidad de llevarlo a cabo. Agradecer también a los docentes de dicho departamento por ofrecernos sus conocimientos y experiencias.

A LA GENTE DE ASCENSORES ULTRA:

Gracias por la información aportada, por el material concedido, las horas de capacitación e instrucción prestadas, las visitas realizadas a la empresa, los consejos y la excelente predisposición a evacuar las dudas. Se agradece en particular al Sr. Rodolfo Crespo y al Sr. Nicolás Quintillán.

A LA SUBSECRETARIA DEL DEPARTAMENTO DE OBRAS DE LA UNMdP:

Gracias por brindarnos toda la información disponible acerca del proyecto civil realizado para el ascensor de la Facultad de Ingeniería.

A NUESTRO DIRECTOR Y CO-DIRECTOR DE TESIS

Gracias al Mg. Ing. Claudio Oscar Dimenna y al Dr. Ing. Mario Guillermo Macri por promover el tema de esta tesis y por la entera disposición para ayudarnos a afrontar este desafío.



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

RESUMEN DEL TRABAJO DE TESIS

En el presente trabajo se realiza el cálculo y diseño del ascensor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Se inicia del Proyecto Civil confeccionado por el Departamento de Obras de la Universidad Nacional de Mar del Plata, que detalla información edilicia actual de la Facultad de Ingeniería y requerimientos esenciales que debe cumplir el ascensor a instalar.

Para poder elaborar los cálculos eléctricos y mecánicos, que son la finalidad de este proyecto, se partió de la Ordenanza Municipal N°16589 que regula el transporte vertical en la ciudad de Mar del Plata. De la misma se obtuvo las dimensiones mínimas para el transporte de Usuarios de Movilidad Reducida (UMR).

En función de estos criterios mínimos, se procedió al diseño mecánico utilizando la Norma Europea EN 81-1 para definir las dimensiones físicas de los componentes esenciales del coche del ascensor.

Finalizado el diseño mecánico, se continuó con el desarrollo de la instalación eléctrica utilizando como referencia la reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles, la AEA 90364-7-771 Edición 2006.

Sobre el final del trabajo se adjuntaron anexos que contienen información sobre los elementos de proveedores, seleccionados en este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA	Página
DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN DEL TRABAJO DE TESIS	3
ÍNDICE GENERAL	4

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción	9
1.2 Objetivos	9
1.3 Alcance del proyecto	10

CAPÍTULO 2

ASCENSORES

2.1 Definición	11
2.2 Tipos de ascensores	13
2.2.1 Ascensor hidráulico	13
2.2.2 Ascensor eléctrico	15
2.2.3 Otros ascensores	23
2.3 Elementos de un ascensor eléctrico	23
2.3.1 Cuarto de máquinas	23
2.3.2 Hueco	26



2.3.3 Foso	29
2.3.4 Accesorios y elementos de seguridad	31
2.4 Normativas	39

CAPÍTULO 3

CÁLCULO PREVIO DE LAS DIMENSIONES DEL ASCENSOR

3.1 Criterio de cálculo	40
3.2 Coche de ascensor	40
3.3 Requisitos para la cabina del ascensor	41
3.3.1 Altura interior de la cabina	41
3.3.2 Característica de la cabina de ascensor para U.M.R.	41
3.3.3 Superficie útil de la cabina, carga nominal y número de pasajeros	41
3.4 Numero mínimo de ascensores necesarios	42
3.5 Determinación de la cantidad y capacidad de los ascensores necesarios	43
3.5.1 Ocupación probable o teórica	43
3.5.2 Cantidad de personas a transportar	45
3.5.3 Capacidad de transporte	46
3.5.4 Cantidad de ascensores	49
3.6 Paracaídas y limitador de velocidad en ascensores	50
3.6.1 Condiciones de empleo de los diferentes tipos de paracaídas	51
3.7 Paragolpes. Luz libre entre el coche o el contrapeso y el paragolpes en ascensores y montacargas	52
3.7.1 Condiciones de empleo de los diferentes tipos de paracaídas	52



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

3.7.2 Luz libre entre el coche o el contrapeso y el paragolpes	55
3.7.3 Planta del hueco o pasadizo	56
3.7.4 Altura del hueco o pasadizo	56

CAPÍTULO 4

ASCENSOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

4.1 Disposición actual del ascensor	65
-------------------------------------	----

CAPÍTULO 5

CÁLCULO MECÁNICO DE UN ASCENSOR CON SALA DE MÁQUINAS LATERAL

5.1 Disposiciones previas a los cálculos	84
5.2 Normativa	85
5.3 Calculo para el diseño de las guías de deslizamiento	85
5.3.1 Guías de la cabina	85
5.3.2 Guías del contrapeso	129
5.4 Calculo para el diseño de los cables de suspensión	138
5.5 Calculo para el diseño de la polea de tracción	143
5.6 Calculo de amortiguadores	157
5.6.1 Amortiguadores de la cabina	165
5.6.2 Amortiguadores del contrapeso	173
5.7 Calculo para el diseño de la arcata (bastidor)	180
5.7.1 Dimensionado final	265



CAPÍTULO 6

CÁLCULO ELÉCTRICO DE UN ASCENSOR CON SALA DE MÁQUINAS LATERAL

6.1 Disposiciones previas a los cálculos	272
6.2 Diseño de la instalación eléctrica	278
6.2.1 Selección de cargas y cables	278
6.2.1.A Circuito de potencia	278
6.2.1.B Circuito de maniobra	302
6.2.1.C Circuito de elementos eléctricos secundarios	306
6.2.1.D Circuito de tablero primario al tablero seccional	311
6.2.2 Selección de Aparataje	317
6.2.2.A Circuito de tablero secundario a tablero seccional	317
6.2.2.B Circuito de potencia	327
6.2.2.C Circuito de maniobra	332
6.2.2.D Circuito de elementos eléctricos secundarios	335
6.2.3 Coordinación de aparataje	338
6.3 Diseño luminotécnico de la sala de máquinas	341
6.3.1 Iluminación de sala de máquinas	341
6.3.1.1 Calculo de reflectancia cavidad 'local'	341
6.3.2 Iluminación de emergencia en sala de máquinas	349
6.3.3 Iluminación dentro del tablero de control	349
6.4 Planos eléctricos de sala de máquinas, hueco y cabina	351
EVALUACIÓN ECONÓMICA Y MEDIOAMBIENTAL	352



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES DEL TRABAJO	355
BIBLIOGRAFÍA	358
ANEXO A	360
ANEXO B	364
ANEXO C	365
ANEXO D	368
ANEXO E	369
ANEXO F	370
ANEXO G	374
ANEXO H	380
ANEXO I	383
ANEXO J	386
ANEXO K	388
ANEXO L	395
ANEXO M	399
ANEXO N	400
ANEXO O	401
ANEXO P	410
ANEXO Q	420
ANEXO R	423



CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

El ascensor es en la actualidad uno de los medios de transporte más utilizados por las personas. Desde su invención, tal y como se conoce hoy en día, a mediados del siglo XIX su uso no ha hecho más que aumentar, expandiéndose por todo el mundo, y permitiendo que las personas puedan desplazarse verticalmente, en un edificio o en una estación de metro, de una forma rápida y segura. Esto ha contribuido a modificar el aspecto de las ciudades debido a que éstas han sufrido un proceso de crecimiento en altura, con grandes edificios y rascacielos con los que aprovechar mejor el terreno de las ciudades.

Suelen clasificarse en ascensores eléctricos e hidráulicos, siendo los eléctricos los más instalados, ya que no tienen limitación en altura. La finalidad principal de un ascensor, o la más común, es la de transportar personas y las cargas que éstos portan, aunque también se utilizan para el desplazamiento exclusivo de cargas a diferentes niveles.

El ascensor está formado por múltiples y complejos elementos, que requieren de una gran cantidad de cálculos para ser diseñados, por tanto, que el aparato elevador funcione correctamente y cumpla con todos los requisitos de seguridad establecidos por la normativa depende del correcto diseño y cálculo que se haga de cada uno de los componentes que forman parte de él.

Hoy en día, existen o es posible crear aplicaciones informáticas con las que poder realizar el diseño de cualquier parte o elemento de un ascensor y llevar a cabo su cálculo de una manera rápida, sencilla y precisa, evitando cometer algún tipo de error a la hora de realizar los cálculos, como sí puede ocurrir cuando éstos se hacen a mano.

1.2 Objetivos

Diseñar y seleccionar los componentes de un ascensor con sala de máquinas lateral que facilite la circulación vertical de personas discapacitadas en las instalaciones del edificio de la Facultad de Ingeniería.

El diseño del ascensor parte del proyecto civil realizado por el Departamento de Obras de la UNMdP.

La idea no es introducir un producto totalmente nuevo en el mercado sino emplear diversas soluciones aparecidas en el sector de la elevación y así obtener el diseño más óptimo y eficiente para nuestra situación.



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

1.3 Alcance del proyecto

El alcance del proyecto compete tanto al área de la ingeniería mecánica como el de ingeniería eléctrica en cuanto al diseño mecánico y eléctrico del ascensor y al desarrollo de los correspondientes planos mediante software CAD.

Se emplearan los conocimientos adquiridos en diseño de máquinas, en el cálculo de estructuras, en el análisis de cargas y deformaciones y en general en todos aquellos que se necesiten pertenecientes a la especialidad en mecánica para la selección y dimensionado de los principales componentes del ascensor a partir de los catálogos y de acuerdo a la normativa vigente.

Se realizara también una descripción de la instalación eléctrica así como de sus principales componentes realizando los pertinentes cálculos y poder así seleccionar mediante catalogo los correspondientes equipos de protección.



CAPÍTULO 2

ASCENSORES

2.1 Definición

Un ascensor se define como el aparato elevador instalado permanentemente en una edificación, ya sea un bloque de viviendas o un shopping, oficinas o todo establecimiento que necesite de transporte vertical, que llega a distintos niveles en función de las necesidades que se tengan que cubrir y que utiliza una cabina para el transporte de pasajeros y/u otras cargas, desplazándose al menos parcialmente, a lo largo de guías verticales o cuya inclinación sobre la vertical es inferior a 15°, superada esta inclinación deberá modificarse el sistema de transmisión.

A lo largo de los siglos, los sistemas de transporte vertical han ido evolucionando al compás de las necesidades de las personas, primero en materia de construcción y de abastecimiento hídrico (elevando materiales y agua) y más tarde, como medio de transporte. Los primeros dispositivos de elevación y transporte tuvieron lugar alrededor del siglo XXII a.C. Un claro ejemplo de éstos se encuentra en la construcción de la pirámide de Cheops, en Egipto, para la que fue necesario el uso de palancas, poleas, rodillos y planos inclinados con el propósito de poder subir los materiales a otros niveles.

En el período grecorromano (siglo X a.C. a siglo V d.C.) tuvo lugar la aparición de la polea compuesta o polipasto, obra del griego Herón de Alejandría, gracias a la cual se redujeron los esfuerzos necesarios para elevar las pesadas cargas. Aunque fueron los romanos los que más aplicaciones prácticas encontraron a este invento, prestando uso en grandes grúas o incluso en el primer ascensor, que fue instalado en el Palacio de Nerón.

Durante el período que comprende los siglos V d.C. y XVII d.C. se produce un perfeccionamiento de las máquinas de elevación ya conocidas, ampliándose su uso a otros sectores como la minería o la navegación.

Con la aparición de la máquina de vapor de James Watt en 1769 se comienza a utilizar esta forma de energía en los aparatos de elevación. En 1845, en Inglaterra, aparece el ascensor "Teagle", que es accionado hidráulicamente y que introduce el concepto de polea de tracción con contrapeso. Pero no es hasta 1852 cuando Elisha Graves Otis diseña e instala el primer ascensor a vapor seguro, el cual presenta un dispositivo automático de seguridad que evita la caída del ascensor en caso de rotura del cable, hecho que junto con el uso del acero posibilita la construcción de edificios altos.

En 1878 se utiliza por primera vez un ascensor hidráulico que emplea agua y no



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

vapor, simplificándose la instalación y consiguiendo elevar una cabina situada en el extremo de un pistón hidráulico. Estos ascensores eran silenciosos, con arranques y paradas suaves y precisas, pero con el inconveniente de su complicado y voluminoso equipo de bombeo. En la actualidad existen versiones modernas de estos elevadores.

Con la llegada de la electricidad el ascensor hidráulico fue dejando paso al eléctrico, primero con la aparición en 1889 del ascensor con tambor accionado por un motor de corriente continua, en lugar de vapor, y después en 1903 con el ascensor eléctrico con polea de tracción. Estos ascensores no tenían limitación en altura, aunque eran poco precisos en las paradas.

Ya en el siglo XX la evolución del ascensor eléctrico ha sido notable, desde la introducción de interruptores de cabina para poder accionar el ascensor en ambos sentidos, los detectores de posición para la parada de la cabina en el piso deseado o los dispositivos de seguridad de cierre de puertas, de principios y mediados de siglo, pasando por el uso de circuitos integrados y microprocesadores que ejecutan maniobras programadas, en las décadas de 1970 y 1980, y llegando a finales de siglo a la introducción de sistemas de frecuencia variable para el control de ascensores de alta velocidad, y al uso de motores lineales acoplados al contrapeso, que hacen innecesario un cuarto de máquinas .



2.2 Tipos de ascensores

Los ascensores pueden clasificarse de acuerdo a distintas características, aunque la más importante de ellas es según su sistema de tracción, quedando divididos en hidráulicos y eléctricos.

2.2.1 Ascensor hidráulico

El ascensor hidráulico u oleodinámico (Figura 2.1) es aquel que se sirve de un fluido incompresible, en este caso de aceite, y sin un contrapeso para elevar una cabina que se encuentra situada en el extremo de un pistón hidráulico.

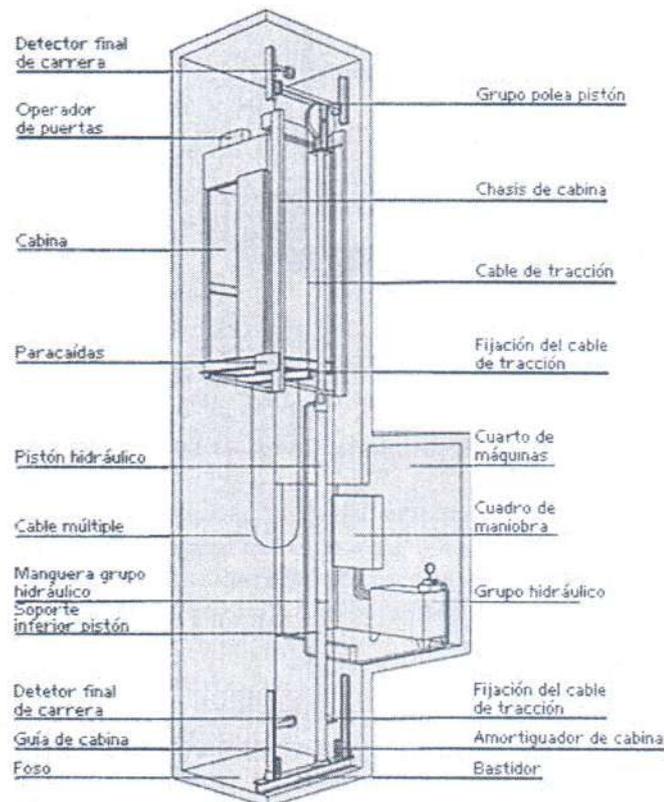


Figura 2.1 Instalación típica de un ascensor hidráulico.

El accionamiento se logra mediante una central hidráulica, formada por un motor eléctrico que está acoplado a una bomba hidráulica, la cual impulsa el aceite a presión a través de unas válvulas de maniobra y seguridad, desde un depósito a un cilindro, cuyo pistón es el que sostiene y empuja la cabina para ascender. En el descenso se deja vaciar el



pistón del aceite contenido en él mediante una válvula con gran pérdida de carga, para que esta acción se produzca suavemente. De esta forma, el ascensor sólo consume energía en el ascenso.

Estos ascensores a su vez se pueden clasificar de dos maneras distintas, la primera, según la forma en la que se accione la cabina, y la segunda, según dónde esté posicionado el cilindro en el hueco del ascensor, tal y como se muestra en la Figura 2.2.

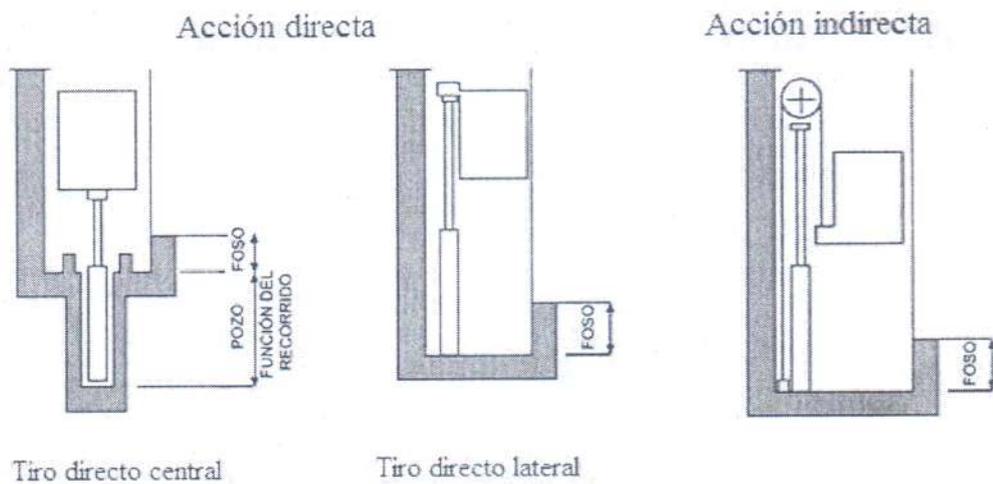


Figura 2.2 Tipos de accionamientos y tiros de un ascensor hidráulico.

En la primera clasificación, se encuentran los ascensores de acción directa e indirecta. En los ascensores de acción directa el pistón impulsa directamente la cabina, siendo utilizado generalmente en ascensores de bajo recorrido. En los ascensores de acción indirecta, el movimiento del pistón está acoplado a un sistema de poleas que impulsa la cabina por medio de cables.

Y en la segunda clasificación, están los ascensores de tiro directo lateral, en los que el pistón está apoyado en el foso, próximo a una de las paredes y empujando al bastidor desde la parte superior, utilizándose en cabinas de poca anchura. También existen los que emplean dos cilindros, permitiendo alturas y cargas mayores, y solucionando el problema que presentan los de un cilindro con la excentricidad de la carga respecto al pistón, lo que produce un excesivo rozamiento en las guías. Mientras que en los de tiro directo central el pistón se encuentra enterrado y empuja al bastidor de la cabina desde abajo, siendo muy utilizados para cortos recorridos y con un buen aprovechamiento del espacio.



2.2.2 Ascensor eléctrico

El ascensor eléctrico (Figura 2.3) es aquel que mediante un motor eléctrico proporciona movimiento vertical a un sistema en suspensión, el cual se compone por un lado, de una cabina de pasajeros, y por el otro, de un contrapeso.

Este tipo de ascensor está formado por un grupo tractor, consistente en un motor eléctrico, un freno, un reductor de velocidad acoplado al motor y una polea de tracción montada a la salida del eje del reductor, que es la que arrastra los cables de suspensión por adherencia. La cabina y el contrapeso se encuentran suspendidos de estos cables y guiados a través del hueco del ascensor por las guías. En algunos casos, principalmente en edificios de gran altura, existen cables de compensación que cuelgan de ambos y que los unen entre sí.

En materia de seguridad se encuentran el limitador de velocidad, el cable del limitador y el sistema de paracaídas. Y en cuanto a la instalación fija, aparte de las guías, se encuentran los amortiguadores, el cuarto de máquinas, las poleas y las puertas de acceso a los diferentes niveles.

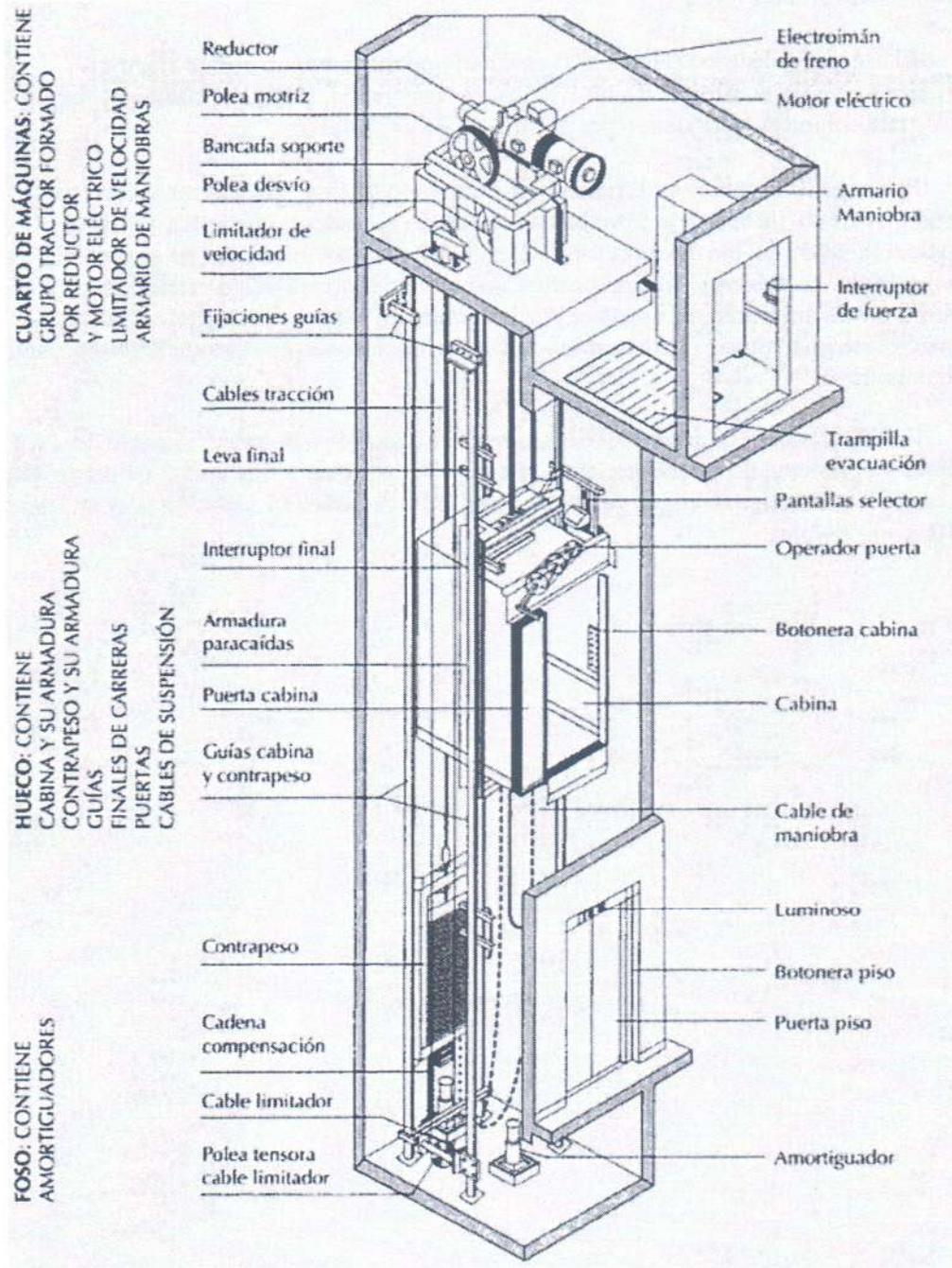


Figura 2.3 Instalación típica de un ascensor eléctrico.



A su vez, los ascensores eléctricos se pueden dividir en función del motor eléctrico que se instale en ellos en, ascensores de una velocidad, de dos velocidades y los que emplean variador de frecuencia.

Los motores de una velocidad se emplean en elevadores que no sobrepasan la velocidad de 0,70 m/s. Estos ascensores arrancan y paran a la misma velocidad de forma que la parada es más brusca y la nivelación menos precisa, por lo que presentan un nivel de confort bajo. Su mayor utilización tiene lugar en edificios de viviendas bajos.

Por otro lado, los motores de dos velocidades que son capaces de soportar el tráfico intenso se utilizan en ascensores con velocidades de hasta 1 m/s, en donde el elevador reduce la velocidad antes de producirse la parada (velocidad de nivelación, 0,25 m/s), mejorando los inconvenientes del caso anterior y aumentando el confort, empleándose en edificios de viviendas altos y oficinas.

En la Figura 2.4 aparece representado la velocidad en función de la distancia entre dos paradas consecutivas, donde se puede comprobar que el ascensor de dos velocidades llevará a cabo el recorrido con menores deceleraciones, y por lo tanto, con mayor confort para los pasajeros.

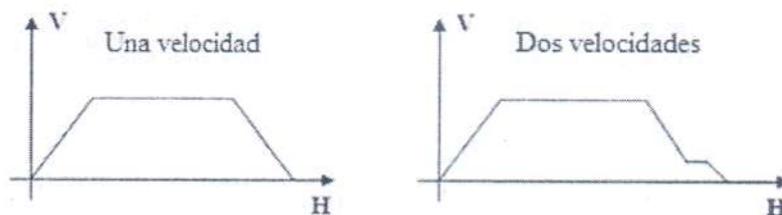


Figura 2.4 Diagrama velocidad-recorrido para motores de una y dos velocidades.

Los ascensores de última tecnología, emplean un variador de frecuencia que les permite trabajar en un amplio rango de velocidades y que se utilizan en ascensores que no superan los 2,5 m/s de velocidad y los 2500 kg de carga. En estos elevadores, la parada tiene lugar a nivel de piso, sin micronivelación, reduciéndose el tiempo de marcha y aumentando la capacidad en lo que se refiere al tráfico.

Además, la gráfica de la velocidad en función del tiempo entre dos paradas consecutivas (Figura 2.5) presenta una forma curvada, lo que permite un arranque y parada más suave y confortable, y una nivelación aún más exacta respecto al de dos velocidades. Como consecuencia, el desgaste de los frenos y el sufrimiento de los componentes mecánicos es menor, y además se obtiene movimientos más suaves en el arranque y parada que hace más placentero el transporte.

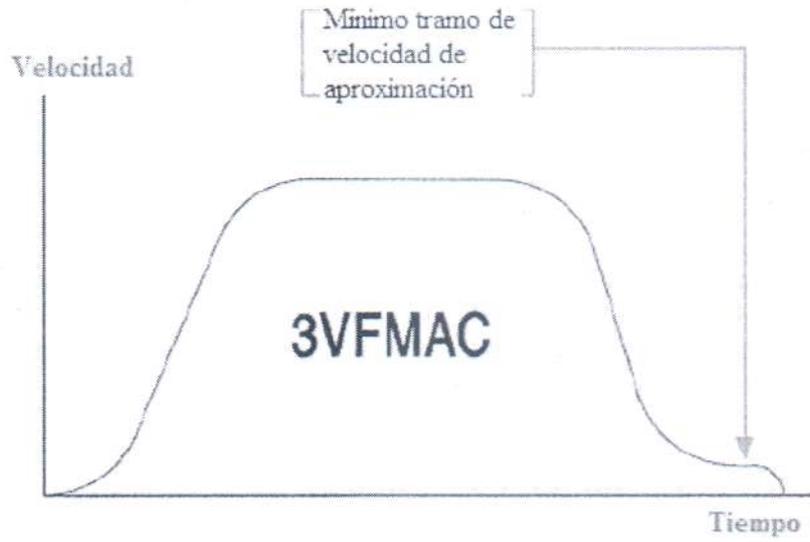


Figura 2.5 Velocidad en función del tiempo de un ascensor con variador de frecuencia.
Cortesía de MP Ascensores.



Por otra parte, existen varios tipos de bastidores de acuerdo con el tipo de disposición de la sala de máquinas del ascensor para ascensores eléctricos, y estos son:

- Sala de máquinas superior (disposición tradicional);
- Sala de máquinas lateral;
- Sin sala de máquinas.

El esquema (Figura 2.6) muestra un ascensor con sala de máquinas superior.

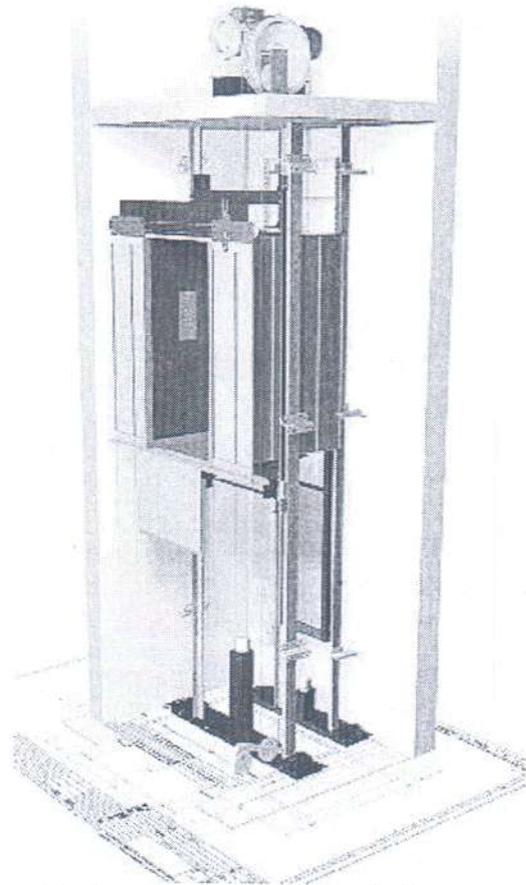


Figura 2.6. Ascensor con sala de máquinas superior

En este tipo de configuración el bastidor va directamente unido a los cables de tracción por medio de las terminales de cable las cuales se apoyan en la placa de amarre y que a su vez está en el larguero superior. Este tipo de suspensión es la más utilizada ya sea para transportar pasajeros o carga hasta 2000 Kg.



En el caso de sala de máquinas lateral, el bastidor cambia completamente su arquitectura aproximándose al diseño de bastidor de un ascensor hidráulico pero conserva la esencia de cada parte, es decir, también están conformados por un larguero superior, un larguero inferior y sus respectivas laterales; este tipo de bastidor es conocido como bastidor tipo mochila o tipo MEI (Figura 2.7: Bastidor Tipo mochila o MEI), y también puede recibir el nombre de arcata. Está provisto de un pequeño armario metálico de reducidas dimensiones para alojar todos los elementos de tracción y control de maniobras.

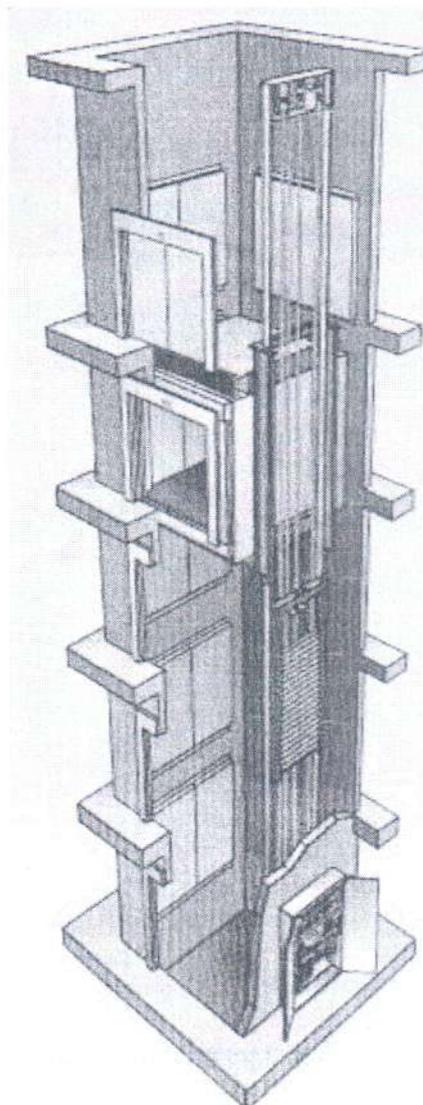


Figura 2.7. Ascensor con sala de máquinas lateral.



Finalmente se encuentra el ascensor sin sala de máquinas (Figura 2.8), que consta básicamente de un sistema de tracción sin engranajes con tracción directa mediante un motor de sincronismo de imán permanente. Este sistema es ideal para torres de gran altura o para instalaciones donde la máquina de tracción debe estar ubicada dentro del propio pasadizo en la parte superior del mismo.

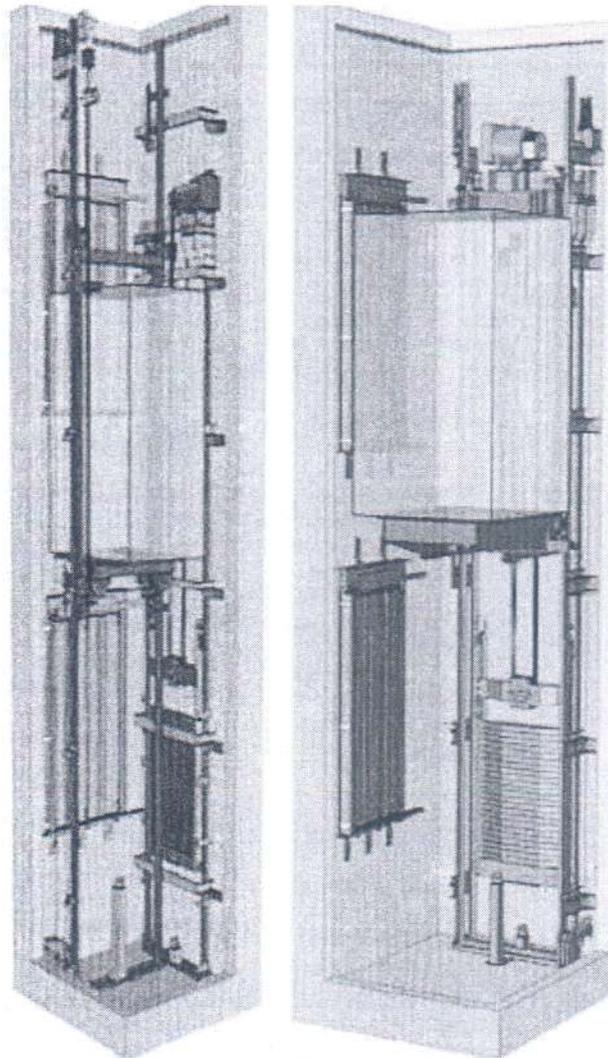


Figura 2.8. Ascensor sin sala de máquinas.



Para completar la descripción de los ascensores eléctricos e hidráulicos, en la Tabla 2.1, se muestran las principales diferencias que existen entre estos dos sistemas de transporte vertical.

Tabla 2.1 Comparativa entre ascensores eléctricos e hidráulicos.

Características	Eléctricos	Hidráulicos
Velocidad	Mayor que 1 m/s.	Menor que 1 m/s.
Altura	Sin limitación de recorrido.	Recorrido limitado a edificios de baja altura (15-18 m).
Carga	Menor capacidad de carga.	Mayor capacidad de carga.
Utilización	Más extendido.	Poco extendido.
Ubicación del cuarto de máquinas	En la parte superior del edificio o en el hueco.	En cualquier nivel del edificio, e incluso no anexo al hueco.
Flexibilidad de la instalación	Menos flexible debido a sus características constructivas.	Mayor, debido a su gran capacidad de adaptación.
Contrapeso	Es necesario. Ocupa espacio en el hueco.	No tiene. Aprovechamiento total del hueco.
Coste de la instalación	Mayor, por el cuarto de máquinas arriba y el contrapeso.	Relativamente económica.
Estructura del edificio	Las fuerzas y tensiones provocadas por el motor son transmitidas al suelo a través de las paredes del hueco, sobrecargándolas. Es necesario reforzar la estructura del hueco con un cubo de hormigón.	La carga de elevación se transmite directamente a la cimentación del edificio, sin sobrecargar la estructura. No precisa cubo de hormigón.
Potencia instalada	Menor a igualdad de prestaciones que uno hidráulico. Tiene mayor rendimiento.	Más elevada a igualdad de prestaciones que uno eléctrico.
Arranques y paradas	Menos suaves que un hidráulico.	Dispone de dos velocidades, nominal y nivelación, presentando arranques y paradas muy suaves.
Precisión de la nivelación de la cabina con las paredes	Con variador de frecuencia es mejor que el hidráulico, pero peor en el resto de casos.	Es exacta, ya que nivela independientemente de las condiciones de carga de la cabina.
Aceite	No emplean aceite.	Dependencia respecto a la temperatura del aceite.
Mantenimiento	Gran número de elementos sometidos a un mayor desgaste debido al rozamiento. Cables de tracción.	Desgaste bajo de los componentes al funcionar en baño de aceite.
Coste mantenimiento	Más económico.	Coste elevado.
Ruido	Maquinaria más ruidosa.	Más silenciosa.



Sistemas de seguridad	Necesitan de sistemas paracaídas.	No precisan de paracaídas, no existe riesgo de caída descontrolada.
En caso de avería o fallo eléctrico	Bajada de la cabina por reductora del motor.	La cabina desciende por gravedad mediante una válvula que regula la salida de aceite. Mayor seguridad.

2.2.3 Otros ascensores

Existen otros sistemas de elevación que están basados en los mismos principios de funcionamiento que los ascensores eléctricos e hidráulicos pero destinados a otras funciones, entre éstos se encuentran los montacargas, cuya cabina no ha sido diseñada específicamente para el transporte de personas; los montacamás, utilizados en centros sanitarios para el transporte de personas, camillas y camas; los montacoches, los cuales transportan vehículos con conductor y pasajeros, teniendo su aplicación en garajes donde no es posible la construcción de rampas para su acceso; y los montaplatos, destinados a hoteles y restaurantes para facilitar la tarea de recogida y servicio de la vajilla en un comedor.

2.3 Elementos de un ascensor eléctrico

En este apartado, se va a proceder a la descripción de los principales componentes que configuran un ascensor eléctrico, agrupándolos por su ubicación en, cuarto de máquinas, hueco, foso y accesorios y elementos de seguridad:

2.3.1 Cuarto de máquinas

El cuarto de máquinas, situado en la parte superior del hueco o en el interior del mismo, está formado por la máquina de tracción (motor, freno, reductor, polea de tracción y polea de desvío) y por el limitador de velocidad:

- **Motor:** es el componente encargado de suministrar la potencia necesaria para llevar a cabo los movimientos de subida y bajada de la cabina. Existen motores de corriente continua y de alterna, pero son estos últimos los más empleados. Además, su elección debe hacerse teniendo en cuenta los requerimientos de velocidad y servicio prestado de la instalación.

Para que los movimientos de arranque y parada se puedan realizar de forma suave, precisa y con el mayor confort es necesario que el motor pueda trabajar a distintas velocidades, es por ello por lo que existen motores de corriente alterna de una velocidad, de dos velocidades y con convertidor de frecuencia.



• **Freno:** tiene como misión la de parar el ascensor de forma segura y bloquearlo después de la parada. Existen dos tipos de freno, el mecánico y el eléctrico. El freno mecánico o electromecánico está formado por un tambor montado sobre el eje del tornillo sinfín del reductor, el cual tiene como salida el eje de la polea de tracción. Sobre el tambor actúan dos zapatas empujadas por resortes, produciéndose la fricción, las cuales se separan de éste sólo en el momento en el que el electroimán que actúa sobre ellas se pone en tensión. De esta manera, si tiene lugar algún fallo eléctrico se produce la parada inmediata del ascensor.

El freno eléctrico o electromagnético forma un solo bloque con el motor y está compuesto por un programador con los valores de frenado y por una dinamo tacométrica colocada en el eje del grupo tractor, suministrando una tensión proporcional a la velocidad de éste, la cual es comparada y amplificada llegando a unos tiristores. Siendo éstos los que producen la corriente continua que actúa sobre el freno, produciendo la parada del ascensor de manera suave y precisa.

• **Reductor:** se encuentra situado entre el freno y la polea de tracción. Está compuesto por un tornillo sinfín de acero aleado que engrana con una corona de bronce aleado, quedando ambos encerrados por una carcasa. Su función es la de transformar la alta velocidad de salida del motor eléctrico en un par que permita el movimiento del ascensor. Existen ascensores sin reductor (*gearless*), aunque su utilización es para velocidades mayores a 2 m/s.

• **Polea de tracción:** debe ser capaz de transmitir la tracción a los cables por adherencia y de soportar los esfuerzos que le transmiten éstos. Es por ello por lo que se emplea la fundición de hierro gris para su fabricación.

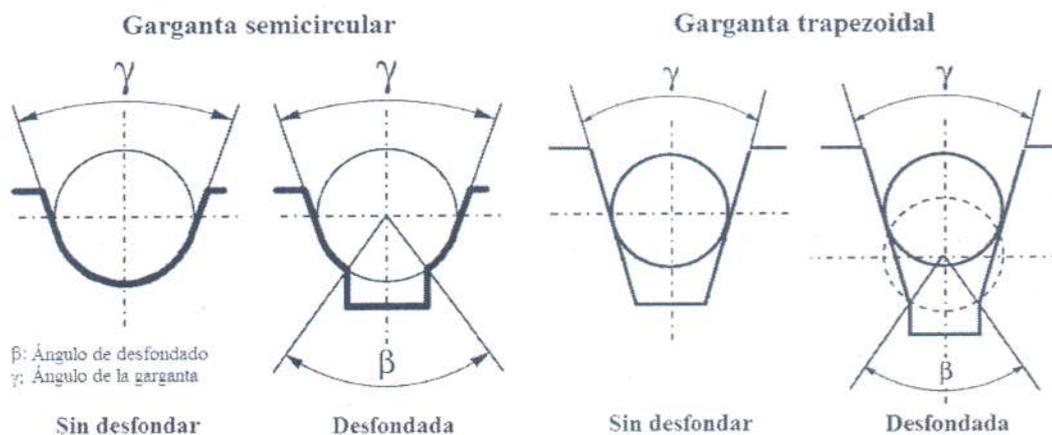


Figura 2.9 Perfiles de gargantas de poleas de tracción.

Las poleas de tracción se clasifican según el perfil de su garganta (Figura 2.9) en



semicirculares y trapezoidales. Con las primeras, se obtiene una mayor duración de cable y garganta, aunque una menor adherencia, mientras que con las segundas, la adherencia es mejor a costa de un mayor desgaste de cable y garganta. La forma de mejorar las características de ambas poleas es mediante un desfondado o rebaje del fondo del canal de la polea, que evita el desgaste y la deformación del mismo a medida que el cable pasa.

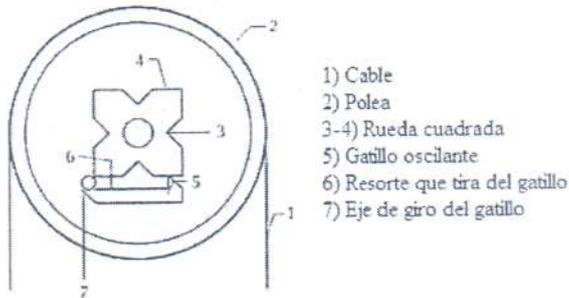
- **Polea de desvío:** tiene su utilidad en los casos en los que la distancia entre el amarre de los cables en la cabina y el amarre en el contrapeso es mayor al diámetro de la polea tractora, ya que de esta manera los cables de suspensión de la cabina y el contrapeso se pueden colocar a la distancia requerida, consiguiendo ángulos de abrazamiento de los cables con la polea mayores y evitando el deslizamiento de éstos.
- **Limitador de velocidad:** es el aparato encargado de detectar cuando el ascensor sobrepasa su velocidad nominal y de iniciar la operación de frenado de emergencia en caso de que la velocidad alcance un valor prefijado. Está compuesta por dos poleas acanaladas, normalmente una situada en la parte superior del hueco del ascensor y la otra en el foso actuando de tensora. Están vinculadas por un cable de acero más fino que el de tracción que tiene unido un extremo al chasis del ascensor y el otro al disparador del mecanismo paracaídas.

Este sistema actúa cuando tiene lugar la rotura de los cables de suspensión o cualquier otra circunstancia que hace que la cabina se acelere sobrepasando su velocidad nominal y llegando a una prefijada, produciéndose el bloqueo de la polea del limitador y de su cable lo que provoca el accionamiento del mecanismo del paracaídas produciéndose la detención de la cabina sobre sus guías.

Existen dos tipos de poleas de limitador en función del sistema de bloqueo empleado sobre la polea (Figura 2.10), por un lado, el limitador de velocidad oscilante compuesto por un gatillo oscilante que se enclava en una rueda cuadrada cuando la polea se acelera, bloqueándola, y por el otro, el limitador de velocidad centrífugo en donde la fuerza centrífuga desplaza unos contrapesos que se engatillan en unos resaltes presentes en la polea, produciéndose su bloqueo. Este último es el sistema más silencioso.

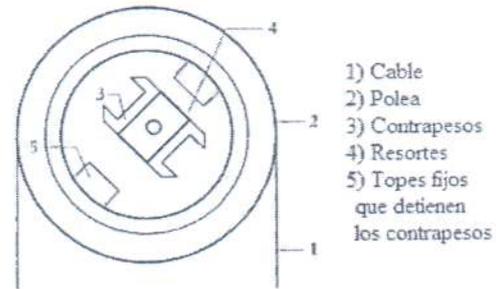


Limitador de velocidad oscilante



- 1) Cable
- 2) Polea
- 3-4) Rueda cuadrada
- 5) Gatillo oscilante
- 6) Resorte que tira del gatillo
- 7) Eje de giro del gatillo

Limitador de velocidad centrífugo



- 1) Cable
- 2) Polea
- 3) Contrapesos
- 4) Resortes
- 5) Topes fijos que detienen los contrapesos

Figura 2.10 Poleas de limitador de velocidad.

2.3.2 Hueco

El hueco es el espacio destinado exclusivamente al desplazamiento del ascensor y del contrapeso. Sus paredes deben tener la resistencia suficiente para soportar los esfuerzos que le transmiten las guías que se encuentran sujetas a éstas. Y en él se encuentran la cabina, el contrapeso, las guías, los cables, el paracaídas y las puertas:

- **Cabina:** es el elemento sobre el que se sitúan los pasajeros y/o cargas para desplazarse verticalmente a través del hueco del ascensor. Está constituida por un bastidor y por una caja. El bastidor, fabricado en acero, es sobre el que se fijan los cables de suspensión y el mecanismo del paracaídas. Sobre el bastidor va sujeta la caja o cabina que es el componente que realmente acoge a los pasajeros, encontrándose totalmente cerrada por paredes, suelo y techo, salvo la puerta de acceso.
- **Contrapeso:** está formado por bloques de hormigón o de fundición que se encuentran unidos por un bastidor. Tiene como misión equilibrar el peso de la cabina y de una parte de la carga nominal, que suele ser del 50%, consiguiéndose de esta manera que la potencia del motor necesaria para elevar la cabina sea menor, al haberse reducido el peso que tiene que arrastrar el motor. Esto sólo es válido para los casos en los que la altura del edificio no es muy elevada, en donde se desprecia el peso del cable y no se utiliza cable de compensación.
- **Guías:** son elementos rígidos y calibrados que se encargan de la conducción de la cabina y del contrapeso durante los movimientos de subida y bajada, además de servir de soporte donde actuar los sistemas paracaídas. Están sometidas a dos clases de esfuerzos, por un lado los debidos a las excentricidades de la carga, y por el otro, los de frenado que



aparecen como consecuencia de la actuación del paracaídas. El perfil de guía más utilizado es en forma de T, aunque también existen guías con un perfil en V invertida.

Para que la cabina y el contrapeso puedan deslizarse sobre las guías **deben tener instalados** en su parte superior e inferior unos apoyos, de los que existen dos tipos (Figura 2.11). Los apoyos deslizantes se utilizan en ascensores que no superan los 2 m/s de velocidad. Están fabricados en acero, pero la superficie que está en contacto con las guías es de neopreno o nylon, ya que éstos presentan un bajo coeficiente de rozamiento. A su vez, las guías deben ser lubricadas para disminuir las fuerzas de rozamiento entre éstas y los apoyos.

Por otro lado, los apoyos mediante rodillos están compuestos por tres rodillos de caucho o poliuretano, los cuales no necesitan lubricación, que continuamente están en contacto con las guías, obteniéndose unos niveles de ruido mínimos y una mayor eficiencia de la rodadura. Es por ello por lo que estos apoyos se emplean en ascensores de alta velocidad pero también en los de baja.

Apoyos deslizantes

Apoyos mediante rodillos

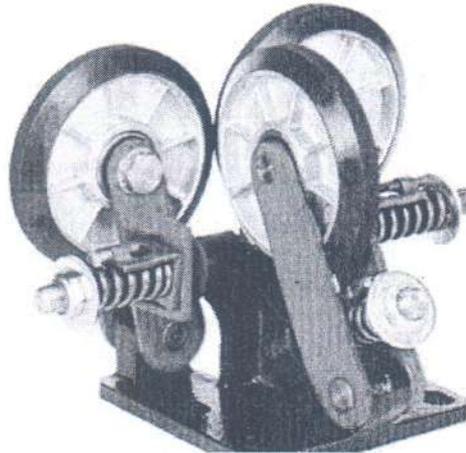
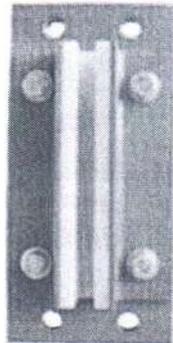


Figura 2.11 Tipos de apoyos sobre las guías.

• **Cables:** están constituidos por alambres de acero trefilado trenzados sobre un alma o sin ella formando cordones, y éstos a su vez se enrollan entorno a un alma que puede ser textil o metálica (Figura 2.12), consiguiendo un conjunto que es capaz de soportar esfuerzos de tracción. Se utilizan en ascensores como cables de tracción, cables de compensación y cables de limitador de velocidad.

La configuración transversal de los cables empleados en ascensores presenta múltiples cordones de distinto diámetro, con la intención de que sean lo más redondos



posible y con buena superficie de apoyo, encontrándose los tipos *Seale*, *Warrington*, *Filler Wire* y *Warrington-Seale* (Figura 2.12).

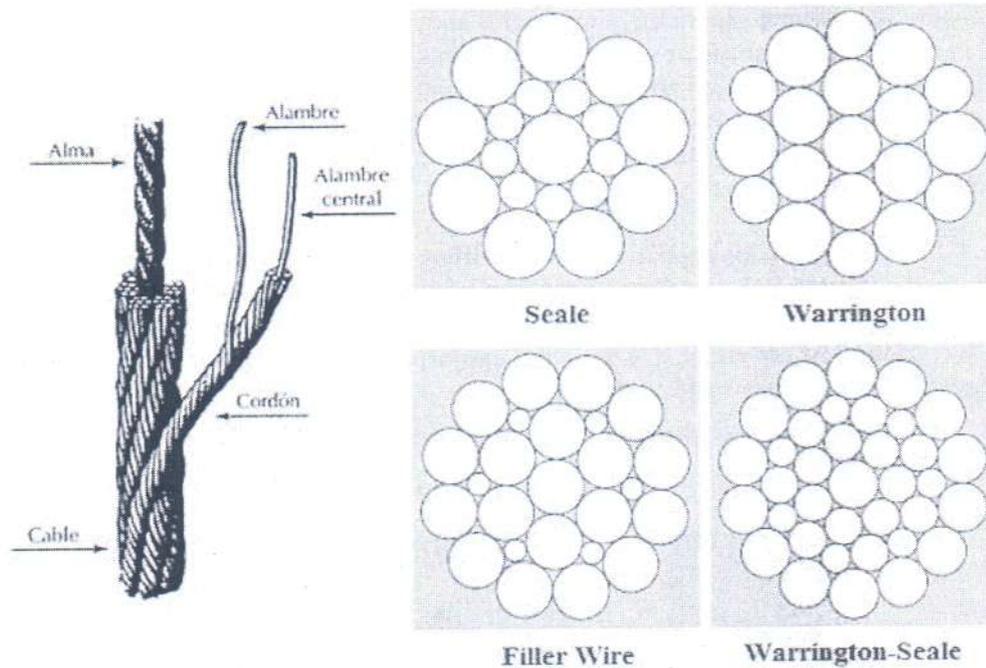


Figura 2.12 Constitución de un cable y sus distintas configuraciones.

La configuración *Seale* es la más utilizada debido a que sus alambres exteriores son de gran diámetro, por lo que ofrecen una gran resistencia a la abrasión. La *Warrington* se emplea en los casos en los que se considera que la fatiga es más importante que la abrasión, ya que presenta un mayor número de alambres de menor diámetro, aunque tiene tendencia a distorsionarse (se pierde la línea de trenzado de las hebras) en su capa más exterior debido justamente a la falta de tenacidad de los alambres.

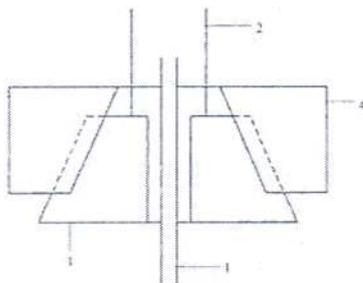
La *Warrington-Seale* es muy utilizada en cables de compensación en los que los requerimientos de esfuerzos son muy bajos, ya que su sección es muy vulnerable ante enclavamientos en la garganta de la polea y ante la falta de lubricación. Por último, la configuración *Filler Wire* para cables de tracción es poco utilizada debido a que presenta los mismos problemas que la *Warrington-Seale*.

• **Paracaídas:** es un mecanismo formado básicamente por una carcasa que se fija al bastidor de la cabina y unas zapatas accionadas mediante un sistema de palancas, llamado timonería, que a su vez es actuado por el cable del limitador de velocidad cuando se produce el bloqueo de su polea, permitiendo la detención de la cabina por contacto o acñamiento sobre sus guías.

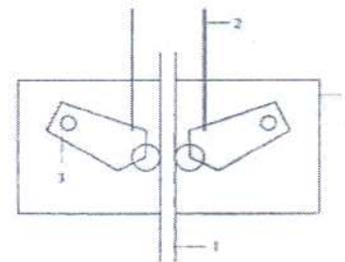


Se distinguen dos tipos de paracaídas, los de acción instantánea y los de acción progresiva. En los de acción instantánea (Figura 2.13) la parada de la cabina se produce de manera casi inmediata. A medida que desciende la cabina las zapatas se van trabando como una cuña entre su carcasa y la guía hasta detenerla. Las zapatas instaladas pueden ser de tipo cuña cuya superficie de contacto es estriada o dentada para aumentar el agarre, utilizadas en ascensores con velocidades no mayores a 0,63 m/s, o de tipo rodillo (paracaídas instantáneos con efecto amortiguado) con la superficie moleteada y para velocidades de hasta 1 m/s.

Instantáneo con zapatas de cuña



Instantáneo con zapatas de rodillo



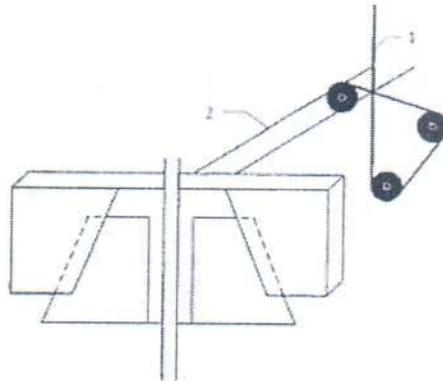
- 1) Guía
- 2) Varilla de actuación
- 3) Zapata de cuña o de rodillo
- 4) Carcasa de paracaídas

Figura 2.13 Paracaídas de acción instantánea.

En los de acción progresiva (Figura 2.14) el frenado de la cabina se realiza aplicando una fuerza de magnitud controlada sobre las guías a través de las zapatas. Estos paracaídas se utilizan en ascensores cuya velocidad es superior a 1 m/s. De entre los diversos tipos existentes se encuentran los de husillo y los de resorte. En los de husillo el esfuerzo de frenado se consigue mediante el desplazamiento axial de un husillo solidario a las zapatas que van presionando las guías. Mientras que en los de resorte, lo que permite controlar la fuerza que ejerzan las zapatas sobre las guías, es la compresión de un resorte.

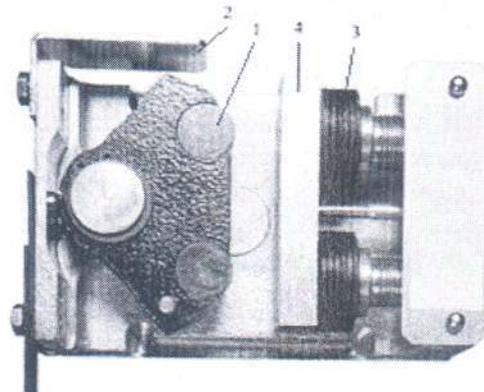


Progresivo de husillo



- 1) Cable del limitador de velocidad
- 2) Husillo

Progresivo de resorte



- 1) Cuña
- 2) Palanca
- 3) Resorte
- 4) Zapata

Figura 2.14 Paracaídas de acción progresiva.

- **Puertas de embarque:** tienen como función evitar que los pasajeros puedan acceder al hueco del ascensor cuando éste todavía no ha llegado a su destino, y en caso contrario, permitirselo. Se deben instalar dos puertas, es decir, una para el ascensor y otra para el rellano, y sus accesos deben estar iluminados de forma natural o artificial.

2.3.3 Foso

Se encuentra situado en la parte inferior del hueco, justo debajo del nivel de la última parada, y en él se sitúan los amortiguadores. Su espacio debe ser tal que permita a una persona alojarse a salvo en él cuando la cabina se encuentre sobre los amortiguadores comprimidos:

- **Amortiguadores:** tienen como misión detener la cabina o el contrapeso con la menor deceleración posible y sin riesgo alguno para sus ocupantes, minimizando también los posibles daños materiales en la máquina, cuando se produce el fallo del resto de medidas de seguridad que tiene el ascensor. Se encuentran dispuestos al final del recorrido de la cabina y del contrapeso, aunque también pueden situarse en la parte inferior de sus respectivos bastidores.

Los amortiguadores se pueden clasificar en tres tipos, elásticos, de resorte e hidráulicos (Figura 2.15). Los amortiguadores elásticos están formados por un cilindro de caucho y se emplean en ascensores cuya velocidad no supera los 0,6 m/s. Los de resorte o de acumulación de energía son los más utilizados, están constituidos por un resorte



helicoidal de espiras de sección circular o cuadrada, y se utilizan para velocidades menores a 1 m/s. Dentro de este tipo también se encuentran los de acumulación de energía con amortiguación del movimiento de retorno (se combinan con un cilindro hidráulico) permitiendo alcanzar velocidades de hasta 1,6 m/s.

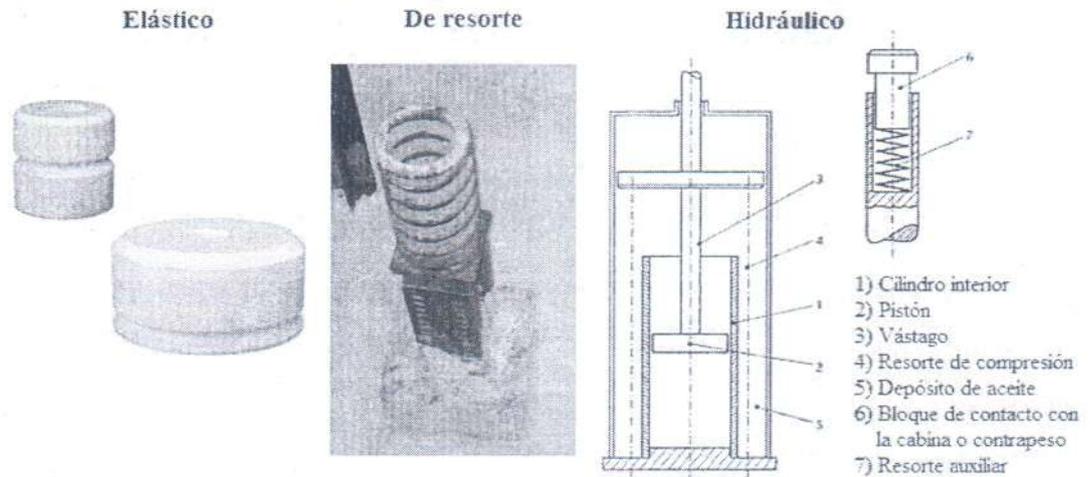


Figura 2.15 Tipos de amortiguadores.

Por último, los hidráulicos o de disipación de energía están formados por un émbolo que al entrar en contacto con la cabina o el contrapeso desciende y empuja el aceite contenido en un cilindro hacia el exterior, a través de los orificios de distinta sección que presenta éste, lo que determina la velocidad de descenso. Con ayuda de un muelle que se ha comprimido en el descenso se retorna el amortiguador a su posición inicial cuando deja de haber carga presionándolo. Estos amortiguadores pueden ser empleados en ascensores de cualquier velocidad.

2.3.4 Accesorios y elementos de seguridad:

Para que el ascensor mantenga un funcionamiento automático y organizado entre paradas es necesario que existan equipos y aparataje que indiquen al tablero principal de control cuando se deben realizar los cambios de velocidad del motor, cuando detenerlo por completo, impedir el funcionamiento si se ha excedido la capacidad, etc. También es cierto que el ascensor es un medio de transporte en el cual un accidente puede tener consecuencias fatales para sus usuarios, por este motivo la seguridad siempre es un aspecto esencial a tener en cuenta. Esta se garantiza a través de un diseño en términos electromecánicos muy estudiado que incorpora coeficientes de seguridad adecuados a la responsabilidad exigida, con dispositivos para el frenado de emergencia del ascensor, una red de contactos eléctricos y enclavamientos electromecánicos estratégicamente ubicados y un eficiente control electrónico.



Como en toda instalación homologada existe una normativa muy exigente que contempla tanto aspectos constructivos (Norma EN 81) como los límites y requerimientos mínimos que se deben cumplir para que la instalación sea posteriormente habilitada por el organismo correspondiente (Ordenanza del Municipio de Gral. Pueyrredón N° 16589). Existe un apartado específico en los reglamentos antes mencionados, para los ensayos y tareas de mantenimiento posteriores.

A continuación vamos a enunciar estos accesorios y elementos de seguridad y detallar que función cumplen:

- **Interruptores final de carrera:** se constituyen por un interruptor del tipo NC y/o NA, generalmente de acción positiva (por una cuestión de seguridad) que es conmutado de posición en el momento que el ascensor empuja el brazo de accionamiento (Figura 2.16). De acuerdo a la normativa, existirá uno de estos en cada extremo del recorrido (cielo y foso del hueco) indicando por medio de una señal del circuito de maniobra que el ascensor debe detener la marcha obligatoriamente para no impactar contra los límites del hueco. También se hallan en cada piso para indicar la desaceleración de la máquina y luego el detenimiento de la marcha. Usualmente se usaba con anterioridad un selector rotativo alojado en sala de máquinas que se accionaba mediante un cable unido al coche simulando la posición en la que el mismo se encontraba.

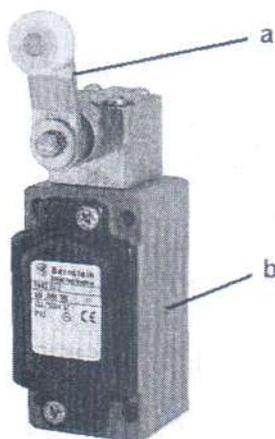


Figura. 2.16 Interruptor final de recorrido de tipo mecánico giratorio. a) Brazo de accionamiento, b) caja de contactos.

Estos interruptores se pueden encontrar en: control del estado de tensión del cable de tracción, control de actuación del paracaídas o del limitador de velocidad, accionamiento de los amortiguadores, falta de tensión del cable del limitador, etc.



Por supuesto toda esta información que proporcionen estos interruptores (cambiando de estado sus contactos) llega al módulo/-s de control de la maniobra de manera que no se iniciara la marcha si se da una situación anormal.

• **Sensores:** El ascensor incorpora distintos tipos de sensores o captadores que proporcionan la información necesaria al módulo/-s de maniobra de manera que el servicio pueda efectuarse en condiciones de total seguridad. A continuación se describirán brevemente aquellos especialmente importantes o que sean más representativos. En la actualidad para indicar la desaceleración y parada o aceleración y parada, se usan sensores magnéticos. Básicamente se coloca una tira de ferrita sobre la guía y más arriba dos a la par, una a cada lado del perfil de la guía. Existen adosados al bastidor del ascensor dos sensores de campo magnético; si un sensor detecta campo magnético será una instrucción (desaceleración, aceleración o detención) y si los dos sensores detectan campo será otra, de acuerdo a que parada se dirige y en qué sentido. El propósito de esto es utilizar un equipo que soporta muchas más maniobras que un interruptor mecánico y por sobre todas las cosas permite de manera sencilla para el montador del ascensor la NIVELACION del coche en el rellano. Solo es necesario deslizar sobre la guía la tira de ferrita que esta imantada a la misma para variar el nivel de piso del coche respecto de la parada cuando se detiene.

El motor de la máquina de tracción esta monitoreado contra las sobre temperaturas por medio de una serie de termistores de tipo positivo o PTC (Positive Temperature Coefficient). Un termistor PTC es un semiconductor fabricado en titanato de bario que varía su resistencia eléctrica en función de la temperatura. Se instalan de manera que si la temperatura de los devanados estáticos del motor crece bruscamente hasta un cierto valor también lo hace la resistencia del termistor hasta que interrumpe el paso corriente, generando una señal en el módulo de maniobra o en el variador de velocidad de que el motor tiene una falla. Actualmente es imperioso que el motor si presenta la falla en funcionamiento no se detenga repentinamente, sino que el ascensor llegue a destino y una vez detenido no pueda continuar con el servicio.

Existen también sensores de movimiento del tipo infrarrojos para encender la luz de cabina cuando ingresa o permanece gente en el ascensor o apagarla cuando no hay nadie. De esta forma se consigue un ahorro de energía. En los ascensores con puertas automáticas se instalan sensores del tipo barrera infrarroja (Figura 2.17) para detectar cuando circula gente a través de las puertas. El pasajero con su paso interrumpe un haz emitido por el sensor emisor que es detectado por el sensor receptor, indicando al módulo de control del operador de puertas que no debe efectuar el cierre de las mismas.

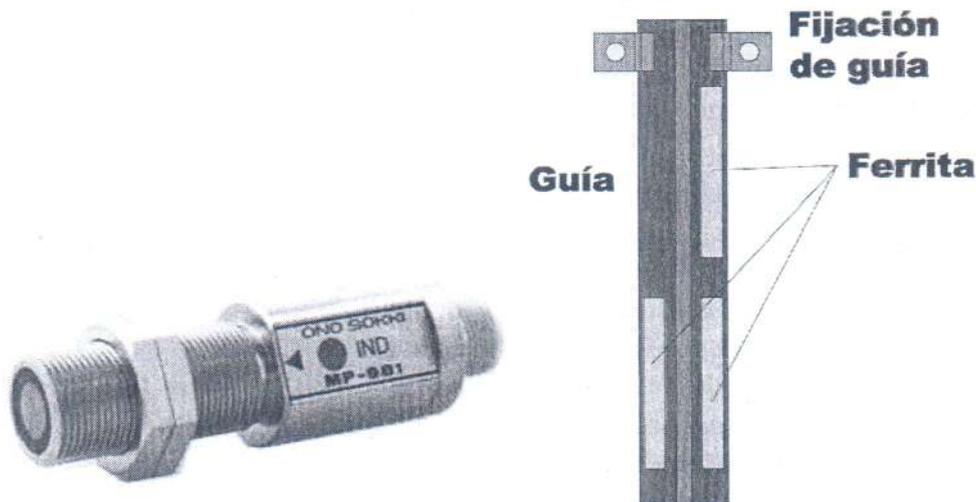


Figura 2.17 Sensor de campo magnético y vista de frente de la guía y como se colocan las ferritas.

• **Dispositivo limitador de carga (balanza pesa cargas):** de acuerdo a la Ordenanza 16589 del Municipio del partido de Gral. Pueyrredón, en todo ascensor será obligatorio el empleo de un dispositivo limitador de carga. El mismo deberá detectar los estados de carga completa (100% de la carga teórica) y de la sobrecarga (110% de la carga teórica).

El equipo de control frente a estos estados deberá:

Con carga completa permitir el movimiento de la cabina y no detenerse ante llamadas exteriores.

Con sobrecarga no permitir el movimiento de la cabina, dar aviso de ese estado en forma visual y auditiva a fin de permitir la reducción de la carga a transportar hasta valores no mayores que el 100% de la carga teórica.

El equipo se coloca en una zona del bastidor que sufra deformación a medida que se carga el coche. Se coloca usualmente en los cables o en el travesaño que vincula los cables al resto de la estructura. El dispositivo sensor varía la resistencia eléctrica a medida que se deforma la superficie sobre la cual está vinculado, en la mecánica esto es conocido como strain gauge.



Por otra parte el dispositivo limitador de carga (Figura 2.18) tendrá que poder filtrar las deformaciones puntuales que puedan darse por vibraciones y eventuales arranques o frenados bruscos para evitar falsas señales.

Se asegurara una reducida histéresis en el sensor para minimizar el tiempo en que el servicio se restablece de nuevo una vez la carga disminuye hasta valores permitidos evitando con ello demoras innecesarias.

Se puede agregar que este dispositivo evita la posibilidad de que exista una fatiga excesiva en las piezas del bastidor y sobre todo que la maquina de tracción funcione con sobrecarga.

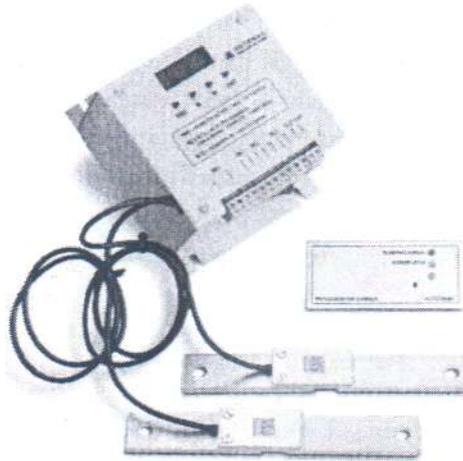


Figura 2.18 Dispositivo limitador de carga

• **Puertas de apertura y cierre automáticas:** En este proyecto se optó por este tipo de puertas. Son de movimiento horizontal y se accionan con una maquina llamada operador. El operador consta de un motor que mediante una correa vinculada a poleas y brazos mueve las puertas. Es comandado por una central electrónica que evalúa cuando debe abrir o cerrar la puerta (llegada al rellano, marcha detenida, pulsador de cierre o apertura de puertas, interrupción de barrera infrarroja en el ingreso al coche). La fuerza que realiza el mecanismo debe ser la justa para permitir el cierre o la apertura (sin superar los 150 N) pero incapaz de lastimar a una persona si se interpone en el recorrido de la puerta. De acuerdo a la normativa local (Artículo 13.13.3.6.3.1) contarán con doble enclavamiento en los pisos (eléctrico y mecánico) y del tipo eléctrico en la puerta de cabina. La puerta de piso abrirá solo cuando el coche haya llegado al rellano y de esta forma el operador actúe liberando su enclavamiento, permitiendo la apertura de ambas puertas de forma simultánea.



Si la puerta está abierta el enclavamiento eléctrico (que interrumpe el circuito) impide que el ascensor pueda ponerse en movimiento. En cada puerta de rellano existirá un mecanismo de desenclavamiento manual operado por una llave especial que podrá ser **utilizado** solo por personal autorizado para abrir la puerta cuando el ascensor no se encuentre en el piso a causa de algún motivo.

Las puertas deberán contar con un sistema de guías acordes a ellas **para que** no desencarilen durante su funcionamiento y mantener una resistencia mínima **al fuego** del tipo F30.

- **Llave de corte de Fuerza Motriz por sobre recorrido:** Se suele colocar **en el cable** que comanda el limitador de velocidad unos toques llamados olivas que accionan **una llave** de corte trifásica cuando el ascensor ha llegado al tope de su recorrido. En los **ascensores** del tipo sala de máquinas lateral como existen poleas que direccionan el cable **del limitador** de velocidad se hace imposible colocar olivas fijadas a dicho cable ya que se **atascarían** en los canales de las poleas. Como solución a esto se opta por poner límites de **carrera** extras a los de sobre recorrido que cuando actúan provocan la desenergización de un **contactor** principal, interrumpiendo así el circuito de Fuerza Motriz.

- **Caja de inspección:** Se coloca en la parte superior del bastidor, por **encima del** techo de la cabina. Permite al personal de mantenimiento del ascensor operar el ascensor de manera sencilla pero teniendo la posibilidad de inspeccionar lo que sucede en el **hueco** del mismo. La caja de inspección (Figura 2.19) consta de una serie de pulsadores y llaves conmutadoras que permiten seleccionar entre el modo Automático (sería la **forma** normal de operar del ascensor desde botoneras de cabina y de piso) y el modo **Inspección** (permite operar el ascensor desde los pulsadores de dicha caja, anulando cualquier **tipo de llamada** exterior). También la posibilidad de cerrar o abrir las puertas, si estas fueran **automáticas**, desplazar hacia arriba o hacia abajo el ascensor y un pulsador con retorno **rotativo** de parada de emergencia. Suele alojarse también sobre la misma una luminaria **que pueda** funcionar con o sin energía de la red (capacidad de autónoma) que permita **a la cuadrilla** de reclamos de la empresa encargada del mantenimiento o personal autorizado **a trabajar** con luz en la zona superior del coche. La misma se comanda desde una llave **en la caja** de inspección.



Figura 2.19 Caja de Inspección modelo A3XINS de la marca Automac.

- **Equipo Autónomo:** consta de un circuito electrónico capaz de cargar una batería de baja tensión que al momento de cortarse el suministro eléctrico, alimenta dicha batería, los equipos que deben permanecer encendidos durante una acotada autonomía de acuerdo a la ordenanza municipal vigente; alarma de emergencia, luz de inspección y luz de emergencia de cabina. Por su limitado tamaño, tanto la batería y el circuito de control carga-descarga, suelen alojarse dentro de la caja de inspección.
- **Alarma de emergencia:** utilizada por los pasajeros para avisar al exterior que el ascensor se detuvo o sufre un inconveniente y necesitan auxilio. La alarma (Figura 2.20) se acciona desde la botonera de la cabina y debe ser del tipo autónomo, es decir, funcionar incluso cuando no hay suministro de la red. La alimentación de energía eléctrica al sistema de emergencia podrá tomarla de la luz de emergencia de cabina, del equipo autónomo o en algunos casos la alarma de emergencia tiene su propio equipo autónomo. De acuerdo a la normativa municipal deberá asegurar un nivel sonoro de 85 dBA en cualquier punto del pasadizo.



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

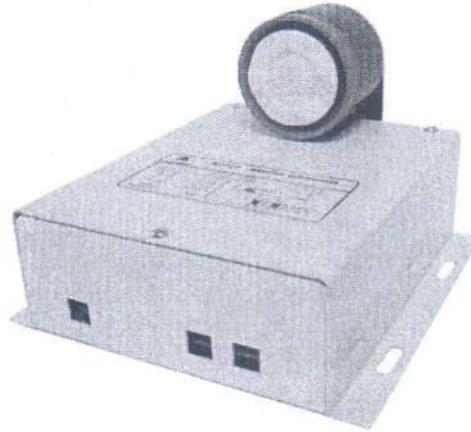


Figura 2.20 Alarma de emergencia con equipo autónomo modelo A0710 de la marca Automac.

- **Tomacorrientes en coche de ascensor:** Según lo establecido en el capítulo 13.23.8 de la Ordenanza Municipal 16589 existirán en la parte exterior del coche del ascensor, dos tomacorrientes, uno en la parte superior y otro en la inferior, que sean visibles y accesibles. Salvo algún pedido especial la mayoría de los mismos son monofásicos de 220 v.
- **Teléfono o intercomunicador:** Utilizado en los casos en donde los ascensores son de uso privado o en sitios en los que pasado determinado horario no hay gente o personal a cargo. Según sea el caso se lo vinculará a una línea común al consorcio o una línea que dé al exterior.

Existen otros accesorios que hacen más ameno el breve viaje en la cabina del ascensor y que en algunos casos no están contemplados por las normas, ya que su único propósito es el del lujo.

- **Extractor/Forzador de aire:** cuando el ascensor disponga de puertas del tipo llenas o ciegas deberá contar con orificios de ventilación o un extractor de aire que permita circulación y renovación del mismo. Puede ser desconectado desde una llave en la botonera de cabina.
- **Pantalla de cristal líquido informativa:** Permite visualizar imágenes pre configuradas, el nivel de piso que viene atravesando el ascensor, etc. Se la suele combinar con un sensor



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

térmico para visualizar la temperatura de la cabina o conectarla a la red de internet para tener datos del exterior.

· Música funcional

2.4 Normativas

Las normativas por el cual se rige el cálculo y diseño del ascensor de la facultad de Ingeniería de la UNMdP se dividen básicamente en tres:

- La Ordenanza Municipal N°16589 es la que rige en la ciudad de Mar del plata, que si bien no establece criterios de cálculo eléctricos y mecánicos, declara los elementos de seguridad mínimos que deben implementarse tanto de los equipos de protección en la instalación eléctrica, como los dispositivos de seguridad ante una falla mecánica, y así proteger la integridad de las personas y de la estructura.
- La Norma Europea EN 81-1 es la que se utiliza en este proyecto como criterio para el cálculo mecánico del ascensor, que se detallara con mayor profundidad en el apartado de "*Calculo Mecánico de un Ascensor con sala de máquinas lateral*".
- La reglamentación utilizada para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles fue la AEA 90364-7-771 Edición 2006. Dicha reglamentación es la utilizada en este proyecto como criterio para el cálculo y diseño de la instalación eléctrica de todas las partes que conlleva el ascensor, hasta el tablero seccional general existente de la Facultad de Ingeniería.



CAPÍTULO 3

CÁLCULO PREVIO DE LAS DIMENSIONES DEL ASCENSOR

3.1 Criterio de Cálculo

En este capítulo se realizarán los cálculos previos para el diseño del ascensor referidos a la cantidad de pasajeros previstos de acuerdo a su destino, dimensiones de hueco, cabina, entre otros. El criterio utilizado para este cálculo previo es el obtenido por la Ordenanza N°16589 que es la que rige en la ciudad de Mar del Plata.

Por otra parte, para el diseño del ascensor se partió de la información obtenida del proyecto Civil realizado por el Departamento de Obra de la UNMDP (Anexo P).

3.2 Coche de ascensor

El coche del ascensor proyectado estará compuesto por el bastidor, la plataforma y la cabina.

El bastidor es la estructura que sirve para sostener la plataforma y la cabina. Se compone fundamentalmente por dos montantes laterales unidos en forma rígida a los travesaños inferior y superior para constituir un cuadro indeformable. La estructura del bastidor se dimensionará para soportar los esfuerzos de trabajo de funcionamiento normal del coche y, en las partes correspondientes, se diseñará de manera de soportar el impacto contra el paragolpes, como asimismo para resistir las tensiones que se originen al entrar en acción el paracaídas.

En el bastidor se fijarán los cables de suspensión (o las poleas para éstos), los guidores, los implementos de seguridad y eventualmente en el travesaño inferior, el paragolpes o elementos de compensación.

En el proyecto Civil realizado por el Departamento de Obra se optó por colocar un ascensor del tipo lateral debido a que de esta forma se evita la construcción de una planta superior para alojar la sala de máquinas. A diferencia de la disposición convencional, el bastidor estándar de la cabina es reemplazada por lo que se denomina arcata.

La plataforma es la estructura capaz de soportar la carga máxima uniformemente repartida en su superficie, que el coche puede transportar.

La armadura de la plataforma y el piso serán metálicos, debiendo contar con la resistencia mecánica acorde al esfuerzo que deben soportar.



3.3 Requisitos para la cabina del ascensor

3.3.1. Altura interior de la cabina

- a) La altura libre interior de la cabina debe ser 2,10 m como mínimo.
- b) La altura de la entrada (o entradas) de cabina, que permiten el acceso normal de los usuarios, debe ser 2,00 m como mínimo.
- c) La distancia entre el piso de la cabina y el nivel de ascenso y descenso de usuarios tendrá una tolerancia máxima de 0,03 m hacia arriba o hacia abajo.

3.3.2 Característica de la cabina de ascensor para U.M.R. (Usuarios de Movilidad Reducida)

La modificación de la plataforma del ascensor de la facultad de ingeniería, se realizara teniendo en cuenta el ascenso, descenso y transporte de Usuarios con Movilidad y/o Comunicación Reducida. Por lo tanto se tendrán en cuenta las siguientes características:

- a) Las dimensiones interiores mínimas de las cabinas serán de:
 - 1,10 m de frente con una sola puerta o dos puertas opuestas en los lados menores y 1,30 m de profundidad.
 - 1,50 m x 1,50 m con dos puertas en lados contiguos.
- b) Deberá contar con pasamanos perimetral, ubicado a una altura de 0,90 m del piso de la cabina y separado 0,05 m de los paneles de la misma.
- c) La botonera de control estará ubicada a una distancia de $0,50 \pm 0,15$ m de la puerta, medidos entre el eje vertical de la puerta y el centro de la botonera desde el eje vertical de la misma. Los botones inferiores se ubicarán a 1,00 m y los superiores a un máximo de 1,60 m, ambos con respecto al piso de la cabina. El diámetro de los botones será igual o superior a 0,02 m y la numeración o rotulación deberá estar registrada en sistema visual común (bajo o sobre relieve) y en Braille (sobre relieve).
- d) Deberá contar con un sintetizador de voz, que indique la posición de la cabina, al detenerse, respecto del rellano correspondiente.

3.3.3. Superficie útil de la cabina, carga nominal y número de pasajeros

La carga nominal del ascensor esta determinada por la cantidad de personas que puede transportar y de esta depende la superficie de la cabina.. A este efecto, la correspondencia entre la carga nominal y la superficie útil máxima está determinada por la tabla 3.1.



Tabla 3.1 Determinación de la superficie útil en función la carga nominal.

<i>Carga nominal (masa)</i>	<i>Superficie útil máxima de cabina</i>	<i>Carga nominal (masa)</i>	<i>Superficie útil máxima de cabina</i>
<i>[kg]</i>	<i>[m²]</i>	<i>[kg]</i>	<i>[m²]</i>
300	0,90	1000	2,40
365	1,10	1050	2,50
400	1,17	1125	2,65
450	1,30	1200	2,80
525	1,45	1250	2,90
600	1,60	1265	2,95
630	1,66	1340	3,10
675	1,75	1425	3,25
750	1,90	1500	3,40
800	2,00	1600	3,56
825	2,05	2000	4,20
900	2,20	2500 ^{a)}	5,00
975	2,34		
a. Por encima de 2.500 kg, añadir 0,16 m² por cada 100 kg más.			
Para cargas intermedias se determina la superficie por interpolación lineal.			

La carga útil a transportar deberá ser mayor a 500 [kg], según el proyecto civil. Como las dimensiones mínimas para el transporte de UMR eran 1,1[m]x1,3[m], es decir una superficie de 1,43[m²], se optó por el valor de superficie útil mas próximo en la tabla que es de 1,45[m²], lo que permite transportar una carga nominal de 525[kg]. Por otra parte, se considera un peso de 75[kg]/persona, lo cual podrá alojar en total 7 personas.

3.4 Numero mínimo de ascensores necesarios

La ordenanza N°16589 define que para **establecimientos residenciales, establecimientos sanitarios no residenciales, establecimientos no residenciales para**



esparcimiento, culto y afines, establecimientos no residenciales de enseñanza, establecimientos varios con afluencia de público debe instalarse un (1) ascensor como mínimo cuando el edificio posea dos o más plantas. En el cómputo de plantas se incluirán los niveles correspondientes a entresijos y subsuelos destinados al uso público.

Tratándose la facultad de Ingeniería de Mar del Plata de un establecimiento no residencial de enseñanza público con 4 plantas, deberá instalarse como mínimo un ascensor. Partimos de esta premisa de acuerdo a lo establecido al proyecto de Obra Civil del Departamento de Obras de la UNMDP.

3.5 Determinación de la cantidad y capacidad de los ascensores necesarios

La cantidad de ascensores (una o más unidades) así como su capacidad de transporte de personas y velocidad de marcha, se determinará en función de la población probable de los pisos y sótanos de acuerdo con lo que sigue:

3.5.1 Ocupación probable o teórica.

El número de ocupantes por superficie de piso es el número teórico de personas que puede ser acomodado dentro de la "superficie de una planta" en la proporción de una persona por cada "X" metros cuadrados. El valor de "X" (factor de ocupación) se establece en la Tabla 3.2 del Reglamento General de Construcciones (R.G.C.) que a continuación se transcribe:

Tabla 3.2 Factor de ocupación

Uso	X [m ²] / persona
a) Sitios de asambleas, auditorios, salas de conciertos, sala de bailes.	1
b) Edificios educacionales, templos, etc.	2
c) Lugares de trabajo, locales, patios y terrazas destinados a comercio, mercados, ferias, exposiciones.	3
d) Salones de billares, canchas de bolos y bochas, gimnasios, pistas de patinaje, refugios nocturnos de caridad.	5
e) Edificios de escritorios u oficinas, bancos, bibliotecas, clínicas, asilos, internados, casas de baños.	8
f) Viviendas privadas y colectivas (2 personas por dormitorio).	Ver 3.5.1.del R.G.C.



g) Edificios industriales.	16
h) Salas de juegos.	2
i) Grandes tiendas, supermercados (planta baja y un subsuelo).	3
j) Ídem plantas superiores.	8
k) Hoteles (planta baja y restaurante).	3
l) Ídem pisos superiores.	20
m) Depósitos.	30

A partir de un segundo subsuelo inclusive, se supone un número de ocupantes doble del que resulte del cuadro anterior.

Partiendo del uso edilicio de la Facultad de Ingeniería, tanto educacional como de oficinas de investigación y administración, se supone un número promedio de ocupantes, indicado en la tabla anterior, debido a que el área abarcada por aulas es en proporción semejante al área de oficinas. Por tal motivo establecemos un valor de $X_p = 5 \text{ [m}^2\text{] / persona}$.

$$X_{\text{promedio}} = \frac{2 \frac{[m^2]}{\text{persona}} + 8 \frac{[m^2]}{\text{persona}}}{2} = 5 \frac{[m^2]}{\text{persona}}$$

La superficie de una planta es el área total de la misma comprendida dentro de las paredes exteriores menos las superficies ocupadas por los medios exigidos de salida y locales de salubridad y otros que sean de uso general del edificio.

La superficie de una planta que se obtenga, dividida por el factor "X" de ocupación da la cantidad teórica de personas que ocupan la planta. Esta cantidad multiplicada por el número de plantas (excepto la planta baja) da la población total probable "PT" del edificio servida por ascensor.

- Superficie de una planta aproximada:
Área Subsuelo:

$$A_{SS} \cong 305[m^2]$$

Área Primer Piso:

$$A_{PP} \cong 740[m^2]$$



$$A_{SP} \cong 657[m^2]$$

Luego el área promedio entre las plantas a considerar, está dada por la ecuación (3.1):

$$A_p = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n} \quad (3.1)$$

Reemplazando los valores en la (3.1), resulta:

$$A_p = \frac{305[m^2] + 740[m^2] + 657[m^2]}{3} \cong 568[m^2]$$

- La cantidad teórica de personas, viene dada por la ecuación (3.2):

$$CTP = \frac{A_p}{X} \quad (3.2)$$

Reemplazando los valores en la (3.2), resulta:

$$CTP = \frac{568[m^2]}{5 [m^2] / persona} \cong 114 \text{ personas}$$

- La población total probable, viene dada por la ecuación (3.3):

$$PT = CTP \times \text{cantidad plantas} \quad (3.3)$$

Reemplazando los valores en la (3.3), resulta:

$$PT = 114 \text{ personas} \times 3 = 342 \text{ personas}$$

NOTA: Para el calculo del área solo se consideró el Cuerpo Principal de la Facultad.

3.5.2 Cantidad de personas a transportar.

La cantidad de personas a transportar "CP" por ascensor es una parte de la población teórica "PT" (de niveles) y viene dada por la ecuación (3.4):

$$CP = y [\%]. PT \quad (3.4)$$



Donde el valor de $y\%$ se obtiene de la Tabla 3.3:

Tabla 3.3 Valores de población a transportar mínima en 5 minutos.

Usos	Mínimo de población a transportar en 5 minutos y [%]
Residencias multifamiliares.	10
Oficinas.	15
<ul style="list-style-type: none"> • Como único uso • Como uso compartido con consultorios. 	12
Restaurantes.	6
Hospitales.	12
Hoteles.	10
Escuelas.	20
Comercios y centros comerciales.	10

En edificios de uso mixto (varios simultáneos) la cantidad de personas a transportar será acumulativa tomándose para cada uso la población y porcentajes relativos.

Con perfil similar a la de oficinas el mínimo de población a transportar en 5 minutos es de $y\% = 15$.

Reemplazando los valores en la (3.4), resulta:

$$CP = y[\%] \times PT = \frac{15}{100} \times 342 \text{ personas} \cong 52 \left[\frac{\text{personas}}{\text{en transportar en 5 min.}} \right]$$

3.5.3 Capacidad de transporte.

La capacidad de transporte es la cantidad "N" de personas a transportar en cinco (5) minutos por ascensor. Se determina mediante la ecuación (3.5):

$$N = 300 \times \frac{n}{T_t} \quad (3.5)$$



Dónde:

n = número de personas que, reglamentariamente, caben en la cabina incluido el ascensorista si lo hubiera.

De acuerdo a las especificaciones técnicas sugeridas por el Departamento de Obra para la modificación del ascensor, la capacidad mínima del ascensor deberá ser de 500 Kg. Por tal motivo optamos por un ascensor con capacidad de 525 Kg, y a razón de 75 Kg por persona, resultaría $n=7$.

T_t = tiempo en segundos, de duración total del viaje del recorrido del coche en subida y en bajada. Se calcula con la ecuación (3.6):

$$T_t = T_r + (T_p + T_a) \times Pn + T_s + T_e \quad (3.6)$$

Siendo:

T_r = tiempo total en segundos empleado en el recorrido (subida más bajada) sin paradas intermedias, y se calcula mediante la ecuación (3.7):

$$T_r = \frac{2 \times R}{V_n} \quad (3.7)$$

Reemplazando los valores en la (3.7), resulta:

$$T_r = \frac{2 \times 9[mt]}{45 \left[\frac{mt}{min} \right]} = 0,53 [min] = 24[s]$$

De acuerdo a las especificaciones técnicas sugeridas por el Departamento de Obra para la modificación del ascensor, la velocidad del ascensor en régimen nominal deberá ser de 45[m/min] y 15 [m/min] en el arranque.

T_p = tiempo en segundos, para abrir y cerrar las puertas. Se adopta por parada:

- 6 segundos para puerta manual.
- 4 segundos para puerta automática.

$$T_p = 4[s] \text{ (por ser puerta automática)}$$

T_a = tiempo en segundos, de arranque y parada del coche, y se calcula mediante la ecuación (3.8):

$$T_a = V_n \times K \quad (3.8)$$

Dónde:

V_n = velocidad nominal del coche.

K = de acuerdo a la Tabla 3.4

Tabla 3.4 Valores de la constante K

K	Control		
1,1	Una velocidad		Tensión constante
2,5	Dos	Arranque en baja	
1,8	Velocidades	Arranque en alta	
1,6	Sin engranajes		Tensión variable
2,1	Con engranajes		

Siendo $K=2,1$, ya que la fuerza motriz posee una alimentación de tensión variable con un reductor.

Reemplazando los valores en la (3.8), resulta:

$$T_a = V_n \times K = 45 \left[\frac{m}{min} \right] \times 2,1 = 1,575[s]$$

P_n = número probable de paradas del coche, y se calcula con la ecuación (3.9):

$$P_n = p - p \left(\frac{p-1}{p} \right)^n \quad (3.9)$$

p = número de plantas servidas por el coche, incluso la planta baja.

$$p = 4$$

Luego reemplazando los valores en la (3.9), resulta:

$$P_n = 4 - 4 \times \left(\frac{4-1}{4} \right)^7 = 3,455$$



T_s = tiempo en segundos, de entrada y salida de pasajeros a razón de 2,4 segundos por cada uno que transporta la cabina, para puertas de menos de 1,10 de ancho y 2 segundos para puertas de ancho igual o mayor a 1,10 m.

El valor de T_s viene dado por la ecuación (3.10):

$$T_s = 2,4[s] \times n \quad (3.10)$$

Reemplazando los valores en la (3.10), resulta:

$$T_s = 2,4 \left[\frac{s}{personas} \right] \times 7[personas] = 16,8[s] \text{ (puerta } < 1,1 \text{ [mt])}$$

T_e = tiempo máximo probable en segundos que deberá esperar el pasajero luego de que el ascensor haya comenzado un recorrido y vuelva a la parada de este último.

Solo queda por hallar el valor de T_e , dada por la ecuación (3.11)

$$T_e = 0,1 \times [Tr + (Tp + Ta)Pn + Ts] \quad (3.11)$$

Reemplazando los valores en la (3.11), resulta:

$$T_e = 0,1 \times [24[s] + (4[s] + 1,575[s]) \times 3,455 + 16,8[s]] \cong 6[s]$$

Finalmente, el tiempo total dada por la (3.6) resulta:

$$T_t = Tr + (Tp + Ta) \times Pn + Ts + Te \quad (3.6)$$

$$T_t = 24[s] + (4[s] + 1,575[s]) \times 3,455 + 16,8[s] + 6[s] \cong 66[s]$$

Por último, reemplazando los valores en la (3.5) podremos hallar la capacidad de transporte que resulta ser:

$$N = 300 \times \frac{n}{T_t} \quad (3.5)$$

$$N = 300 \times \frac{7[personas]}{66[s]} = 31,81 \left[\frac{personas}{en transportar en 5 \text{ min.}} \right] \\ \cong 31 \left[\frac{personas}{en transportar en 5 \text{ min.}} \right]$$



3.5.4 Cantidad de ascensores.

La cantidad de ascensores a instalar se obtiene por la ecuación (3.12) siendo el cociente entre la cantidad de personas "CP" a transportar y la capacidad de transporte N:

$$\text{Cantidad de ascensores} = \frac{CP}{N} \quad (3.12)$$

$$\text{Cantidad de ascensores} = \frac{52}{31} = 1,68 \cong 2$$

La fracción que no alcance a 0,5 no se tomará en cuenta. La fracción de 0,5 inclusive en adelante se tomará como entero siguiente.

En un principio, la ordenanza establece un mínimo de ascensores para establecimientos con nuestras características. Pero analizando el flujo de personas, a modo informativo se recomienda instalar 2 ascensores.

Por otra parte, este cálculo considera que el flujo de personas solo utilizaría como medio de transporte a las distintas plantas el ascensor (sin considerar el uso de escaleras).

3.6 Paracaídas y limitador de velocidad en ascensores

La cabina debe estar provista de un paracaídas que no pueda actuar más que en el sentido de descenso como mínimo, siendo opcional en ascenso, capaz de detenerla con plena carga a la velocidad de disparo del limitador de velocidad, aún en el caso de rotura de los órganos de suspensión, apoyándose sobre sus guías y de mantenerla detenida en ellas.

El paracaídas es accionado por el cable limitador de velocidad, cuando la velocidad de bajada del coche o del contrapeso, excede respecto de la velocidad V_n los valores dados por la Tabla 3.5.

Tabla 3.5 Valores de exceso de velocidad para la actuación del paracaídas.

V_n [m/min]	e= Exceso máximo sobre V_n	Factor $x = (1 + e)$
Hasta 60	0,40	1,40
De 61 a 90	0,30	1,30
De 91 a 210	0,25	1,25



Más de 210	0,20	1,20
------------	------	------

Luego la velocidad de accionamiento del limitador viene dada por la ecuación (3.13):

$$V_r = V_n + e V_n = (1 + e)V_n = x \cdot V_n \quad (3.13)$$

Reemplazando los valores en la (3.13) resulta:

$$V_r = 1,4 \times 45 \left[\frac{m}{min} \right] = 63 \left[\frac{m}{min} \right]$$

3.6.1 Condiciones de empleo de los diferentes tipos de paracaídas.

El paracaídas puede ser:

- De acción instantánea:** Cuando se aplica en las guías a través de excéntricos, rodillos o cuñas sin ningún medio flexible que limite a la fuerza retardatriz y que no permita aumentar la distancia de detención.
- De acción progresiva:** Cuando se aplica en las guías a través de un medio flexible que, limitando la fuerza retardatriz, permite aumentar la distancia de frenado hasta la detención total. Este tipo de paracaídas es obligatorio si se rebasan los valores indicados para el paracaídas de acción instantánea y, es optativo para reemplazar el sistema mencionado en el ítem a).

El paracaídas debe:

- Actuar mecánicamente.
- Ejercer al mismo tiempo esfuerzos de frenado sensiblemente iguales en las guías.
- Abrir de inmediato el circuito eléctrico de la maniobra.
- Detener el coche con la carga máxima que este puede transportar.

El paracaídas se ubicará en la parte inferior del bastidor (en el coche, debajo del nivel de la plataforma). Puede emplearse adicionalmente otro paracaídas en la parte superior de bastidor.

El bloque del paracaídas será de acero y la caja no será de fundición gris.

Tomando como variable la velocidad nominal de la cabina, el tipo de paracaídas a instalar será:



Velocidad nominal	Tipo de paracaídas
$V < 60 \text{ m/min}$	Instantáneo
$60 \leq v < 90 \text{ m/min}$	Instantáneo con efecto amortiguado
$V \geq 90 \text{ m/min}$	Progresivo

3.7 Paragolpes. Luz libre entre el coche o el contrapeso y el paragolpes en ascensores y montacargas.

3.7.1 Paragolpes.

El paragolpes es obligatorio en ascensores y montacargas y se colocará fijo en el bastidor o en el fondo de la caja, para amortiguar el desplazamiento del coche cuando se rebasan las distancias h o f .

Siendo:

f = Distancia entre la placa de apoyo del bastidor del contrapeso y la extremidad libre de su paragolpes cuando el coche está nivelado en la parada o rellano más alto;

h = Distancia entre la placa de apoyo del bastidor del coche y la extremidad libre de su paragolpes, estando el coche nivelado en la parada o rellano más bajo.

Si hay un solo paragolpes, este se colocará en coincidencia con el eje central de simetría del movimiento. Si hay dos, se ubicarán equidistantes de dicho eje de desplazamiento con una tolerancia de 50 mm hacia ambos lados. La carrera del paragolpes es el recorrido de la extremidad libre entre dos posiciones, una cuando está sin comprimir y otra cuando está totalmente comprimido.

El recorrido o carrera se denomina "e" si se refiere al paracaídas del contrapeso e "i" si lo es respecto al coche. El paragolpes puede ser:

- A resorte:** El paragolpes a resorte solo se permite en máquinas de velocidad nominal V_n hasta 90 m por minuto.
- Hidráulico:** El paragolpes hidráulico es obligatorio en máquinas cuya velocidad nominal V_n es mayor que 90 m/min.

Como anteriormente definimos una velocidad nominal de 45 [m/min], los paragolpes serán a resorte.



Por lo tanto, las carreras mínimas vienen dadas por la Tabla 3.6:

Tabla 3.6 Carrera mínima

Carreras e ó i [mm]	Velocidad Vn hasta [m/min]
40	30
65	45
100	60
150	75
200	90

Optamos en un principio para los cálculos, por una carrera de 65 [mm].

$$\therefore e = i = 65[\text{mm}]$$

El paragolpes será capaz de soportar una carga estática igual a:

- I. **Para el coche:** Al doble del peso propio P del coche más la carga máxima C que este puede transportar: $2(P + C)$.

A continuación se presenta la Tabla 3.7 con valores estimativos del peso propio del coche, obtenidos de proyectos similares.

Tabla 3.7 Valores estimativos del peso propio del coche

Detalle de carga	
Carga Útil	525 Kg
Peso de la Cabina	320 Kg
Peso de la Arcata	200 Kg
Peso del operador y puerta	80 Kg
Peso del contrapeso	862,5 Kg (ver 13.16. Contrapeso en ascensores y montacargas)

Luego el peso del coche viene dado por la ecuación (3.14):

$$P_{\text{COCHE}} = P_{\text{cabina}} + P_{\text{Arcata}} + P_{\text{op-puerta}} \quad (3.14)$$



Reemplazando los valores en la (3.14), resulta:

$$P_{COCHE} = 320[Kg] + 200[Kg] + 80[Kg] = 600[Kg]$$

Por lo tanto, como se dijo anteriormente el peso que será capaz de soportar el paragolpes será:

$$2 \times (P_{COCHE} + C_{util}) = 2 \times (600[Kg] + 525[Kg]) = 2250[Kg]$$

Debido a que se va a colocar 2 paragolpes del tipo lineal, de manera de poder distribuir mejor la fuerza aplicada, la carga estática que deberá soportar cada uno de estos será:

$$(P_{COCHE} + C_{util}) = 1125[Kg]$$

Luego la constante del resorte para cada uno de los paragolpes del coche está dada por la siguiente ecuación (3.15):

$$F = k \times x \quad \text{siendo } x \text{ carrera minima } e = 0,065[m] \quad (3.15)$$

La fuerza aplicada debido al peso del coche está dada por la ecuación (3.16):

$$F = (P_{COCHE} + C_{util}) \times g \quad (3.16)$$

Por lo tanto:

$$F = 1125[Kg] \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right] = k \times 0,065[m]$$

$$\therefore k_{coche} \leq \frac{1125[Kg] \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{0,065[m]} = 169,61 \left[\frac{KN}{m} \right]$$

II. **Para el contrapeso:** Al doble del peso propio P del contrapeso: **2P.**

$$2 \times P_{CONTRAPESO} = 2 \times 862,5[Kg] = 1725[Kg]$$

Luego la constante del resorte para el contra peso será:

$$F = 1725[Kg] \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right] = k \times 0,065[m]$$



$$\therefore k_{\text{contrapeso}} \leq \frac{1725[\text{Kg}] \times 9,8 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]}{0,065[\text{m}]} = 260,34 \left[\frac{\text{KN}}{\text{m}} \right]$$

En los dos casos, sin que las espiras se compriman o se toquen de modo que el resorte se comporte como un sólido.

El paragolpes reaccionando contra el coche sin carga, o contra el contrapeso, cumplirá su carrera de compresión con una desaceleración promedio igual o mayor que la de la gravedad ($g = 9,81 \text{ m/seg}^2$).

3.7.2 Luz libre entre el coche o el contrapeso y el paragolpes.

Las luces libres son las distancias f ó h que al término del recorrido quedan entre el coche o el contrapeso y la extremidad libre del correspondiente paragolpes. Las distancias f o h vienen dadas por la Tabla 3.8:

Tabla 3.8 Luz libre para resortes:

Máquina a control	Luz libre min. f ó h (*) [mm]	Velocidad V_n hasta: [m / min]
Por tensión variable	□ 150	Cualquiera
Por tensión	□ 80	8
Constante	□ 150	15
	□ 220	30
	□ 250	45
	□ 300	60
	□ 365	75
	□ 450	más de 75

(*) f ó $h = 600 \text{ mm}$ máximo

Como se cuenta con una máquina de fuerza motriz a tensión variable, optamos en un principio por luz libre mínima de 150 [mm].



$$\therefore f = h = 150[mm]$$

3.7.3 Planta del hueco o pasadizo

La planta (sección transversal) del hueco será capaz de dar cabida al coche, contrapeso, guías y sus soportes y demás elementos propios del funcionamiento de todo el equipo.

3.7.4 Altura del hueco o pasadizo

La altura o elevación del hueco está compuesta por el Recorrido "R" y los claros, Superior "CS" e inferior "CI" (Figura 3.1.).

El recorrido "R", es la distancia comprendida entre el rellano o parada más bajo y el rellano o parada más alto.

El claro superior "CS", es el comprendido entre el nivel del rellano más alto y el plano horizontal del cielo de la caja o cualquier saliente de éste; y será:

CS ≥	$a_1 + b_1$	CS ≥	$l_1 + j_1$
	$a_2 + b_2$		$l_2 + j_2$

El claro inferior "CI" es el comprendido entre el nivel del rellano más bajo y el fondo de la caja, y viene dado por la ecuación (3.17):

$$CI \geq m + h + t \tag{3.17}$$

Los valores del claro superior e inferior, podrán ser hallados luego de calcular el sobrerrecorrido superior e inferior, y espacio libre superior e inferior.



REFERENCIAS: los símbolos de la Figura 3.1 y de las fórmulas, tienen los siguientes significados:

$a_1 ; a_2$ = Distancias verticales cuando el coche está nivelado en la parada o rellano más alto, comprendidas entre la parte superior del travesaño del bastidor o de cualquier equipo, instalación o polea sujeta a dicho travesaño, o bien colocados arriba de la cabina y el obstáculo más próximo emplazado encima de ellos respectivamente.

b_1 = Distancia vertical comprendida entre el solado de la cabina y la parte más alta del travesaño del bastidor del coche.

b_2 = Distancia vertical comprendida entre el solado de la cabina y cualquier equipo situado sobre ésta.

d = Distancia vertical comprendida entre la parte superior del travesaño y la parte más alta de una polea o cualquier otro equipo que se proyecte por encima de ese travesaño.

e = Carrera de compresión total del paragolpes del contrapeso (ver paragolpes).

f = Distancia entre la placa de apoyo del bastidor del contrapeso y la extremidad libre de su paragolpes cuando el coche está nivelado en la parada o rellano más alto (ver paragolpes);

i = Carrera de compresión total del paragolpes del coche (ver paragolpes).

h = Distancia entre la placa de apoyo del bastidor del coche y la extremidad libre de su paragolpes, estando el coche nivelado en la parada o rellano más bajo (ver paragolpes).

$j_1 ; j_2$ = Distancias verticales, cuando el coche está nivelado en la parada o rellano más bajo, comprendidas entre la parte superior del bastidor de contrapeso o cualquier equipo sujeta al él (por ej.: guidores, poleas, etc.) y un eventual obstáculo en el cielo de la caja.

$l_1 ; l_2$ = Distancias verticales comprendidas entre el nivel de la parada o rellano más alto y la parte superior del bastidor de contrapeso o de cualquier equipo sujeta a él, cuando el coche está nivelado en la parada o rellano más bajo.

S = Distancia que salta el coche o el contrapeso al chocar con su respectivo paragolpes, y viene dada por la ecuación (3.18):

$$S = \frac{V_S^2}{2 \times g} \quad (3.18)$$



Dónde:

- $V_s = 1,15 \cdot V_n$ para paragolpes hidráulico.
- $V_s = x \cdot V_n$ para paragolpes resorte.
- V_n = Velocidad nominal del coche en metros por segundo.
- x = ver paracaídas.
- $g = 9,81 \text{ m/seg}^2$.

Por ser un paragolpes a resorte V_s resulta:

$$V_s = 1,4 \times 45 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] = 63 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] = 1,05 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

Reemplazando los valores en la (3.18), resulta:

$$\therefore S = \frac{\left(1,05 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \right)^2}{2 \times 9,8 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]} = 0,056 \text{ [m]}$$

t = Altura sobre el fondo de la caja del paragolpes sin comprimir.

a) Sobrerrecorrido superior y espacio libre superior:

- **Sobrerrecorrido superior:** se entiende por sobrerrecorrido superior:
- **Para el coche:** La distancia máxima que puede desplazarse el coche **hacia** arriba, si accidentalmente, no se detiene al nivel de rellano más alto. Esta distancia se determina en correspondencia con el contrapeso (Figura 3.1). Cuando el coche está nivelado en el rellano más alto:

Analizamos el caso en que el contrapeso no toca su paragolpes, entonces el sobrerrecorrido estará dado por la ecuación (3.19):

$$f + e + \frac{S}{2} \tag{3.19}$$

Reemplazando los valores en la (3.19), resulta:

$$\text{Sobrerrecorrido}_{\text{sup-coche}} = 150 \text{ [mm]} + 65 \text{ [mm]} + \frac{56 \text{ [mm]}}{2} = 243 \text{ [mm]}$$



- **Para el contrapeso:** La distancia máxima que puede desplazarse el contrapeso hacia arriba si, accidentalmente, el coche no se detiene al nivel del rellano más bajo. Esta distancia se determina en correspondencia con el coche (Figura 3.1). Cuando el coche está nivelado en el rellano más bajo:

Analizamos el caso en que el contrapeso no toca su paragolpes, entonces el sobrerrecorrido estará dado por la ecuación (3.20):

$$h + i + \frac{S}{2} \quad (3.20)$$

Reemplazando los valores en la (3.20), resulta:

$$\text{Sobrerrecorrido}_{\text{sup-contrapeso}} = 150[\text{mm}] + 65[\text{mm}] + \frac{56[\text{mm}]}{2} = 243[\text{mm}]$$

- **Espacio libre superior:** se entiende por espacio libre superior:
- **Para el coche:** La distancia que debe quedar entre la parte más alta del coche (bastidor, polea u otro dispositivo excepto guidores), y el obstáculo más próximo directamente ubicado en correspondencia con el travesaño, estando el coche nivelado en el rellano más alto (Figura 3.1).
- Si el contrapeso no toca su paragolpes y en el travesaño superior del coche no hay polea ni otro equipo montado en él, o bien que haya estos dispositivos sobresaliendo una medida $d < 0,60$ [m], el espacio libre viene dado por la ecuación (3.21):

$$a_1 \geq 0,60 [\text{m}] + f + e + \frac{S}{2} \quad (3.21)$$

- Si el contrapeso no toca su paragolpes y del travesaño superior del coche sobresale una polea u otro equipo montado en él de alto $d \geq 0,60$ [m], el espacio libre viene dado por la ecuación (3.22):

$$a_1 - d \geq f + e + \frac{S}{2} \quad (3.22)$$

- Si el contrapeso no toca a su paragolpes y sobre la cabina hay un mecanismo de puertas o cualquier otro tipo:
 - Sí $d < 0,60$ m debe cumplirse simultáneamente la (3.21) anteriormente nombrada y la (3.23) :



$$a_1 \geq 0,60 m + f + e_1 + \frac{S}{2} \quad (3.21)$$

$$a_2 \geq a_1 - 0,60 [m] \quad (3.23)$$

- Si $d < 0,60 m$ debe cumplirse simultáneamente la (3.22) anteriormente nombrada y la (3.24):

$$a_1 \geq d + f + e_1 + \frac{S}{2} \quad (3.22)$$

$$a_2 \geq a_1 - d \quad (3.24)$$

A continuación analizamos el caso en que el contrapeso no toca su paragolpes y de la arcata, el equipo montado en él sobresale una medida $d < 0,60[m]$, por lo tanto:

$$a_1 \geq 0,6[m] + f + e + \frac{S}{2} \quad (3.21)$$

$$a_1 \geq 0,6[m] + 0,15[m] + 0,065[m] + \frac{0,056[m]}{2} = 0,843[m] = 843[mm]$$

En un principio optamos por un valor de $a_1 = 843[mm]$ siendo este el mínimo.

Además sobre la cabina hay un mecanismo de puerta, por tal motivo debe cumplirse simultáneamente la (3.21) y la (3.23):

$$a_1 \geq 0,6[m] + f + e + \frac{S}{2} \quad \text{y} \quad a_2 \geq a_1 - 0,6[m]$$

$$a_2 \geq 0,843[m] - 0,6[m]$$

$$\therefore a_2 \geq 0,243[m]$$

En un principio optamos por un valor de $a_2 = 243[mm]$ siendo este el mínimo.

- **Para el contrapeso:** La distancia que debe quedar en la parte más alta del contrapeso (bastidor, polea u otro dispositivo excepto guidores) y el obstáculo más próximo directamente ubicado en correspondencia con el contrapeso estando el coche nivelado en el rellano más bajo (Figura 3.1).

Analizamos el caso en que el coche no toca a su paragolpes, entonces el espacio libre viene dado por la ecuación (3.25):



$$j_1 \text{ ó } j_2 \geq 0,15 [m] + h + i + \frac{S}{2} \quad (3.25)$$

Sustituyendo los valores en la (3.25), resulta:

$$j_1 \geq 0,15[m] + 0,15[m] + 0,065[m] + \frac{0,056[m]}{2} = 0,393[m] = 393[mm]$$

En un principio optamos por un valor de $j_1 = 393[mm]$ siendo este el mínimo.

b) Sobrerrecorrido inferior y espacio libre inferior:

- **Sobrerrecorrido inferior:** se entiende por sobrerrecorrido inferior:
- **Para el coche:** La distancia máxima que puede desplazarse el coche hacia abajo si, accidentalmente, no se detiene al nivel del rellano más bajo (Figura 3.1). Cuando el coche está nivelado en el rellano más bajo:

Analizamos el caso en que el coche no toca su paragolpes, entonces el sobrerrecorrido viene dado por la ecuación (3.26):

$$h + i \quad (3.26)$$

Reemplazando los valores en la (3.26), resulta:

$$\text{Sobrerrecorrido}_{inf-coche} = 150[mm] + 65[mm] = 215[mm]$$

- **Para el contrapeso:** La distancia máxima que puede desplazarse el contrapeso hacia abajo, si accidentalmente, el coche no se detiene al nivel del rellano más alto (Figura 3.1). Cuando el coche está nivelado en el rellano más alto:

Analizamos el caso en que el contrapeso no toca su paragolpes, entonces el sobrerrecorrido viene dado por la ecuación (3.27):

$$f + e \quad (3.27)$$

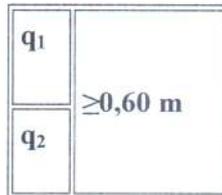
Reemplazando los valores en la (3.27), resulta:

$$\text{Sobrerrecorrido}_{inf-contrapeso} = 150[mm] + 65[mm] = 215[mm]$$

- **Espacio libre inferior:** se entiende por espacio libre inferior, para el coche únicamente, a la distancia que debe quedar entre la parte más baja del coche (bastidor u otro dispositivo excepto guías, bloques de paracaídas, pantalla de



defensa del coche) y el fondo de la caja cuando el coche apoyado en su paragolpes lo comprima totalmente:

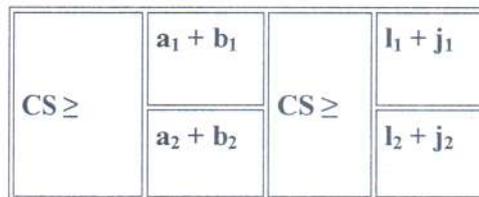


En un principio optamos por un valor de $q_1 = 600[\text{mm}]$ siendo este el **mínimo**.

Después de la instalación de los diferentes anclajes de guías, amortiguadores, etc., este foso debe quedar protegido de infiltraciones de agua.

Debe quedar un espacio libre en el foso que permita alojar como **mínimo un** paralelepípedo recto rectangular de 0,5 m de profundidad x 0,6 m de alto x 1,3 m de ancho.

Finalmente el claro superior "CS", es el comprendido entre el nivel del rellano más alto y el plano horizontal del cielo de la caja o cualquier saliente de éste; y será:



Se toma el CS de mayor valor, dada por la ecuación (3.28):

$$CS \geq a_1 + b_1 \quad (3.28)$$

Reemplazando los valores en la (3.28), resulta:

$$CS \geq 843[\text{mm}] + 2400[\text{mm}] = 3243[\text{mm}]$$

Siendo b_1 la altura comprendida entre el solado y la parte mas alta de la arcata.

Luego el claro inferior "CI" es el comprendido entre el nivel del rellano más bajo y el fondo de la caja, y será:

$$CI \geq m + h + t \quad (3.29)$$



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Reemplazando los valores en la (3.29), resulta:

$$CI \geq 350[mm] + 150[mm] + 565[mm]$$

Como la ordenanza establece que debe quedar un espacio libre en el foso que permita alojar como mínimo un paralelepípedo recto rectangular de 0,5 m de profundidad x 0,6 m de alto x 1,3 m de ancho, el valor de t será entonces los 500[mm] de profundidad más la carrera mínima "i" del paragolpes del coche siendo esta de 65[mm] para una velocidad de 45[m/min].

Por otra parte, "m" en un principio se optó por un valor criterioso de acuerdo a proyectos similares.

Los coeficientes serán verificados luego de realizar el diseño de la cabina y de la arcata de este proyecto.



CAPÍTULO 4

ASCENSOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

4.1 Disposición actual del ascensor

De acuerdo al ascensor instalado actualmente en la facultad de ingeniería, se realizara un contraste entre dicha situación y lo que establece el anexo II de la ordenanza N° 16589.

Toda instalación de transporte vertical existente en el Partido de General Pueyrredón deberá adecuarse obligatoriamente por parte del Propietario o quien lo sustituye legalmente. A continuación se detalla los puntos que exige el anexo y la situación en la que se encuentra el ascensor:

<i>ITEM</i>	<i>Anexo II</i>	<i>Ascensor actual</i>
Distancias entre puertas	Distancia entre puertas de cabina y rellanos como máximo 150 mm	PB: distancia entre puertas de cabina y rellano=150 mm
		1°P: distancia entre puertas de cabina y rellano=145 mm
		SS: distancia entre puertas de cabina y rellano=155 mm
Distancia entre umbral de cabina y solias	Distancia entre el umbral de la cabina y las solias de los rellanos deberá ser como máximo 25 mm para puertas manuales	PB: distancia entre umbral de cabina y solias=38 mm
		1°P: distancia entre umbral de cabina y solias=55 mm
		SS: distancia entre umbral de cabina y solias=52 mm
Iluminación artificial de la sala de máquinas	La iluminación artificial de la sala de máquinas según el decreto 351/79 debe ser como mínimo de 200 lx	La iluminación de sala de máquinas en las cercanías del motor es de 300 lux.
Iluminación de emergencia de la sala de máquinas	La sala de máquinas deberá contar con luz de emergencia independiente y automática, con una autonomía mínima de 1,5 horas, y debe asegurar un nivel medio de iluminación mínimo de 10 lux sobre la máquina	La iluminación de emergencia en la sala de máquinas no funciona.



Iluminación del acceso a sala de máquinas	La iluminación artificial del acceso a sala de máquinas según el decreto 351/79 debe ser como mínimo de 100 lx, además deberá contar con luz de emergencia independiente y automática, con una autonomía mínima de 1,5 horas	No posee iluminación artificial de acceso a sala de máquinas, ni tampoco luz de emergencia. La única iluminación es la general de uso común del pasillo.
Escalera de acceso a sala de máquinas	El acceso a la sala de máquinas se realizará en continuidad con el medio exigido de salida. Cuando en el acceso hay escalera la misma debe ser de material incombustible y antideslizante, ésta tendrá 0,80 m de ancho o el mínimo permitido ediliciamente. Si es interior a la sala, con más de dos escalones, tendrá baranda lateral. La escalera debe tener una pendiente máxima de 45°, o el mínimo permitido ediliciamente, pedada media mínima de 0.23 m, alzada máxima 0.20 m, o el máximo permitido ediliciamente, con pasamanos de 0.90 m medidos sobre el peldaño, la luz libre respecto de su paramento o cielorraso inclinados paralelo a la escalera, será de 2.20 m o el máximo permitido ediliciamente. En el acceso a la escalera deberá indicarse, mediante un cartel, el peso máximo a soportar por los escalones.	La escalera es de material combustible en ciertos tramos, y presenta deterioro debido al constante uso. No posee baranda lateral en todo su recorrido y no presenta las mismas dimensiones. No posee cartel que indique el máximo peso a soportar por escalones.
Puerta de acceso a sala de máquinas y/o cuarto de poleas.	La hoja de la puerta será de material incombustible, abrirá hacia afuera de la sala, sus bisagras estarán del lado contrario a la ubicación del tablero de fuerza motriz, estará provista de cerradura con llave. El vano de la puerta tendrá respectivamente como mínimo 2.00 m de alto y 0.80 m de ancho entre parantes o el máximo permitido ediliciamente. En la puerta de acceso a la sala de máquinas deberá colocarse un cartel en el que pueda visualizarse la siguiente leyenda: PELIGRO MAQUINA DE	La hoja de la puerta está compuesta de láminas metálicas, esta abre hacia afuera de la sala, estando sus bisagras del lado contrario a la ubicación del tablero de fuerza motriz y esta provista por una cerradura con llave. Por otra parte las dimensiones de la puerta no cumple con el mínimo establecido siendo de 1,92 m de alto y 0,68 m de ancho entre parantes. La puerta de acceso a la sala de máquinas



	ASCENSOR ACCESO PROHIBIDO A TODA PERSONA AJENA AL SERVICIO.	posee su correspondiente cartel de advertencia.
Extintores en sala de máquinas	En sala de máquinas se debe instalar un extintor de 5 kg. , apto para instalaciones eléctricas, colocado cerca de la puerta de acceso, en el exterior del recinto, colgado y señalizado convenientemente.	Posee extintor clase AB de 5 Kg y BC de 5 Kg. Los carteles de señalización no corresponde con la clase de los extintores.
Instalaciones ajenas a la instalación de transporte vertical en la sala de máquinas.	Dentro del recinto de la sala de máquinas y/o casilla de poleas no podrá haber ninguna instalación eléctrica o de cualquier otra índole ajena a la instalación del ascensor, como tampoco habrá almacenado ningún elemento ajeno a la instalación y/o mantenimiento del ascensor.	No hay instalaciones ajenas dentro de la sala de máquinas. Pero hay elementos ajenos a la instalación (chatarra, elementos de limpieza, grasa inflamable en la cercanía del motor, escaleras, bancos, entre otros).
Elementos para accionamiento manual en sala de máquinas	En sala de máquinas debe haber elementos que permitan mover en forma manual la máquina de tracción ante una emergencia (desbloqueo del freno electromecánico y accionamiento del conjunto tractor). Estos elementos pueden estar incorporados en forma permanente a la máquina o ser removibles, en el último de los casos (removibles) deben estar colgados en proximidad a la máquina de tracción, en lugar bien visible y junto a los mismos debe haber un cartel indicativo del procedimiento de uso. Estos elementos sean fijos o removibles deberán estar pintados de color rojo. Para asegurar el correcto sentido del movimiento a transmitir al equipo en el	No hay elementos de accionamiento manual. Tanto en el motor como en el freno.



	<p>lugar de accionamiento del mismo debe haber una flecha claramente visible que indique el sentido de SUBIDA o BAJADA</p>	
<p>Señalización de equipos en sala de máquinas</p>	<p>En caso de tratarse de una sala de máquinas que contenga más de un equipo de transporte vertical, todos los componentes de cada equipo deben estar señalizados con número o letra. Para unificar los criterios de señalización se deberán enumerar los equipos desde la línea municipal de la entrada del inmueble hacia adentro, en caso de estar paralelos a la mencionada línea se enumerarán de izquierda a derecha.</p>	<p>El único componente señalado con el número "1" es el reductor. Tanto el tablero de comando, como el de protecciones y el motor no cuentan con dicha señalización.</p>
<p>Poleas del limitador de velocidad.</p>	<p>Las poleas superior e inferior del limitador de velocidad tendrán un diámetro no inferior a 30 veces el diámetro del cable de acero de accionamiento. La polea superior deberá estar precintada y el número del precinto registrado en el LIBRO DE INSPECCIONES Y MANTENIMIENTO indicando la fecha de su último ensayo y la velocidad nominal para la que fue regulada.</p>	<p>Diámetro de poleas superior e inferior del limitador de velocidad es de 320 mm y el diámetro del cable de acero de accionamiento es de 8 mm. Por lo tanto, $320/8 = 40$ cumple con lo establecido. Por otra parte, no hay registro de ensayo del limitador de velocidad, ni cuenta con su correspondiente precinto.</p>



Cable de acero del limitador de velocidad	El cable de acero del sistema limitador de velocidad no podrá tener un diámetro inferior a 6 mm, no podrá estar empalmado en todo su recorrido y la fijación al bastidor de cabina y/o contrapeso se hará como mínimo con dos grilletes prensacables por cada extremo del cable.	El diámetro del cable de acero del sistema limitador de velocidad es de 8 mm. No está empalmado en todo su recorrido y la fijación al bastidor de la cabina posee dos grilletes prensacables por cada extremo de cable.
Llave de parada de emergencia en cabina	La botonera de llamadas de cabina deberá tener una llave, de accionamiento manual, del tipo a palanca, tecla o botón retráctil, fácilmente identificable (con letras o símbolos normalizados y preferentemente rojos), que permita la parada del equipo ante una emergencia; el equipo no podrá ponerse en marcha nuevamente sin que previamente y en forma manual se restablezca la posición de la llave de corte. Puede ser utilizado pulsador como parada de emergencia si este bloquea un relé que deba ser repuesto manualmente por personal de mantenimiento. No se permite en ninguna instalación la utilización de pulsador en reemplazo directo de llave de parada en emergencia.	La cabina posee pulsador de parada, simbolizado con la letra "P". Para poner nuevamente en marcha el ascensor se accionara cualquier pulsador de piso.
Señalización en la cabina	<p>En el interior de la cabina del ascensor deberá haber en forma obligatoria leyendas que indiquen:</p> <p>a. La capacidad máxima a transportar por la cabina en personas y kilogramos.</p> <p>b. El nombre de la Empresa de Mantenimiento y sus teléfonos afectados al servicio de emergencia.</p> <p>c. Prohibición de fumar dentro de la cabina.</p>	La capacidad máxima de transporte está presente en un cartel colocado en una de las paredes del coche. También se aclara el nombre de la empresa de mantenimiento y su teléfono de servicio de emergencia. No presenta cartel de prohibido fumar.
Iluminación de	La cabina de ascensor deberá contar	La cabina posee un solo



la cabina	para su iluminación artificial al menos con dos luminarias (evitando que pueda quedarse súbitamente sin luz) esta iluminación debe asegurar la correcta iluminación de la cabina no solo para el pasajero que viaja en su interior, sino también para la visualización de su llegada a piso para el pasajero que deba ascender a la misma. El circuito eléctrico para iluminación traerá la alimentación en forma independiente desde la llave de corte bipolar ubicada en el tablero de sala de máquinas, en la cabina podrá haber una llave de accionamiento manual del tipo a palanca, tecla o botón retráctil, o un accionamiento automático por control de presencia; estos elementos solo podrán cortar la alimentación de una de las luminarias. También deberá asegurarse una mínima iluminación de la cabina aún en caso de corte del suministro eléctrico y con una autonomía no menor a 1.5 hs.	artefacto de iluminación que se comanda con un interruptor en la botonera de comando. Por otra parte no posee un interruptor bipolar, en sala de máquinas, que solo corte la iluminación de la cabina. Solo posee interruptor unipolar en sala de máquinas que no solo corta la iluminación de la cabina, si no que también los demás accesorios de la cabina.
Guardapiés	Consistirá en una prolongación hacia abajo de la vertical del umbral de la cabina como mínimo de 300 mm, estará terminado con un chaflán de 50 mm y de 30° respecto de la vertical. Este elemento ocupará como mínimo la luz libre de la puerta de rellano, será de material incombustible, deberá preservarse del óxido y soportará una fuerza de 70 kilos aplicada en cualquier parte de su superficie, para esto deberá contar con riendas de refuerzo que garanticen su indeformabilidad.	La prolongación hacia debajo de la vertical del umbral de la cabina es de 320 mm, el chaflán es de 30 mm y de 30° respecto de la vertical. El elemento ocupa la luz libre de la puerta de rellano y es de material incombustible (chapa galvanizada). Es capaz de soportar 70 kg y posee una rienda de refuerzo. (el chaflán no cumple con lo establecido)



Panes de contrapeso y traba de seguridad para los mismos.	Debe asegurarse que los panes de contrapeso estén colocados correctamente (en forma horizontal) y que no haya posibilidad que alguno se salga del bastidor. Además sobre el ultimo pan deberá haber una traba mecánica de seguridad abulonada al bastidor que impida el movimiento y o desplazamiento de este.	Los panes del contrapeso están colocados de forma horizontal. Y el ultimo pan posee una traba mecánica abulonada al bastidor
Instalaciones ajenas dentro del pasadizo	Dentro del pasadizo del o los ascensores no debe existir ninguna instalación eléctrica o de cualquier otra índole ajena a la propia del o los ascensores, para esto la Empresa de Mantenimiento informará al Propietario o quien lo sustituye legalmente de la existencia de las mismas, y este tomará inmediatamente las medidas necesarias para el retiro de las mismas. Toda tarea a realizar para el retiro de las mismas se realizarán bajo la supervisión de la Empresa de Mantenimiento.	Dentro del pasadizo del ascensor existen distintos tipos de instalaciones ajenas al ascensor. (Imagen adjunta)
Agujeros destrabe	En todas las puertas de rellano y para casos de emergencias, debe existir un orificio por el cual y solo a través de herramienta pueda lograrse desde el exterior el destrabe de la cerradura electromecánica que permitirá abrir la puerta sin estar el ascensor detenido en el piso.	En las puertas de rellano de PB y 1°P existen orificio para el destrabe de la cerradura electromecánica. El SS no cuenta con dicho orificio.
Defensa de huecos	En caso de ascensores agrupados en un hueco, cuando los claros inferiores no se encuentren en un mismo nivel, se colocará entre dos contiguos y en el fondo del hueco, una defensa de no menos de dos metros de altura. Si la defensa es de malla o de vidrio debe satisfacer las condiciones impuestas para estos materiales (ver 13.7).	No aplicable a nuestro caso



Tramos finales de guía de coche y contrapeso	Los extremos superior e inferior de la montante de guías, para el coche y el contrapeso, deberán estar separados del cielo y fondo del pasadizo respectivamente como máximo 100 mm, evitando de esta manera que ante una falla que impida que la cabina nivele en sus extremos de recorrido uno o varios guidores se salgan de sus respectivas guías. Si esto no sucede puede colocarse un tope mecánico de resistencia suficiente para detener la cabina en su recorrido. Este tope debe ser abulonado a la guía.	Tanto el extremo inferior como superior de la montante de guía, del contrapeso y del coche, se encuentra a una distancia de aproximadamente 1000 mm al fondo y cielo respectivamente.
Mecanismos de seguridad en puertas automáticas	Las puertas y su entorno deben estar concebidas de manera que sean reducidas al mínimo las consecuencias de los daños por el atrapado de una parte del cuerpo, del vestido o de un objeto. Las puertas de cierre automático deben estar concebidas para reducir al mínimo la consecuencia de los daños de golpes de una hoja contra las personas.	No dispone de puertas automáticas.
Tablero general de fuerza motriz	Este tablero deberá estar ubicado al lado de la puerta de acceso a sala de máquinas, contrario a las bisagras de la misma y contendrá: A. Un interruptor del tipo termomagnético trifásico o un seccionador trifásico con fusibles calibrados, de la capacidad adecuada a la potencia del motor, para corte general del suministro eléctrico de la instalación. Esta protección estará alimentada con línea independiente desde la llave de corte general del edificio y la sección de sus conductores estará acorde a la potencia del motor. Deberán reemplazarse todo conductor cuyo aislamiento no sea de PVC.	El tablero general de sala de máquinas se encuentra correctamente ubicado. A. El tablero posee interruptores termomagnéticos, que no están vinculados mecánicamente entre sí (unipolares). Por otra parte no son de la capacidad de corriente adecuada al motor (en exceso).



	<p>B. Un interruptor bipolar del tipo termomagnético, de la capacidad adecuada al consumo del sistema de iluminación y demás accesorios de la cabina. La alimentación de esta protección será independiente de la fuerza motriz y la sección de sus conductores estará acorde a la potencia calculada para la misma. Deberán reemplazarse todo conductor cuyo aislamiento no sea de PVC.</p>	<p>B. El tablero posee interruptor unipolar de una capacidad excesiva respecto al consumo.</p>
	<p>C. Un interruptor bipolar del tipo termomagnético, para corte del circuito de iluminación del pasadizo, adecuada al consumo de dicha instalación. La alimentación de esta llave será independiente de la fuerza motriz y la sección de sus conductores estará acorde a la potencia calculada para la misma.</p>	<p>No posee iluminación de pasadizo, por lo tanto no posee interruptor bipolar, no cumple con lo establecido.</p>
	<p>D. Disyuntores diferenciales monofásicos 30 mA IDn para circuito de iluminación de cabina/s y pasadizo.</p>	<p>No posee disyuntores diferenciales de ningún tipo.</p>
	<p>E. Disyuntor diferencial 300 mA IDn para alimentación de Fuerza Motriz salvo aquellas que requieran equipos especiales debido a perturbaciones por frecuencias, armónicas u otras.</p>	<p>No posee disyuntor diferencial.</p>
	<p>F. Un tomacorriente trifásico de 15 A, con la protección correspondiente, para uso exclusivo de las distintas tareas de mantenimiento y/o reparación a la instalación. La alimentación del mismo puede ser tomada de la entrada a la llave de fuerza motriz ubicada en este tablero.</p>	<p>No posee tomacorriente trifásico.</p>



	<p>G. Un tomacorriente monofásico de 15 A, con la protección correspondiente, para uso exclusivo de las distintas tareas de mantenimiento y/o reparación a la instalación. La alimentación del mismo será independiente de la fuerza motriz y la sección de sus conductores estará acorde a la potencia de consumo del mismo.</p>	<p>Posee tomacorrientes monofásicos (tomado del circuito de iluminación), posiblemente no apto para corrientes de 15 A, sin su protección correspondiente.</p>
	<p>H. Un borne donde se conectará el cableado de la descarga a tierra provista por el consorcio desde la jabalina del edificio, y el cableado a tierra de toda la instalación a cargo de la Empresa de mantenimiento.</p>	<p>Si bien ciertos elementos están conectados a tierra, no hay un borne de acceso.</p>
<p>Llave de corte trifásica del sistema limitador de velocidad</p>	<p>El sistema limitador de velocidad debe contar con una llave de corte cuando la cabina rebasa los extremos de recorrido. Dicha llave debe contar con las siguientes características:</p>	<p>El sistema limitador de velocidad cuenta con una llave trifásica que cumple con todos los requisitos.</p>
	<p>a. Ser del tipo trifásica, con contactos de separación mecánica protegidos contra contactos casuales y adecuada a la potencia del motor para poder cortar la alimentación del mismo a plena carga (ver Artículo 13.20.3.1).</p>	
	<p>b. Su cableado eléctrico debe estar acorde con la potencia del motor de tracción, estar contenido dentro de cañería rígida y contar con la correspondiente descarga a tierra.</p>	
	<p>c. Debe ser accionada por el cable de acero del limitador de velocidad.</p>	
	<p>d. No debe ser posible su reposición después de haber accionado, salvo por personal de mantenimiento.</p>	
<p>e. La leva o dispositivo para su accionamiento no debe permitir pasar la oliva de corte sin asegurar su efectivo accionamiento.</p>		



Instalación eléctrica de la sala de máquinas.	<p>El cableado de los componentes eléctricos y/o electrónicos ubicados dentro de la sala de máquinas, deberá estar realizado con conductores de PVC, normalizados, del tipo antillama y de sección adecuada a la potencia del componente que alimentan y colores reglamentarios. Además contenidos dentro de cañerías y/o canales y estas fijadas a los muros y/o techo.</p> <p>Todo componente metálico de la instalación no expuesto a tensión deberá tener un cableado de descarga a tierra realizado con conductor de PVC, normalizado (verde-amarillo) y cuya sección no podrá ser inferior al cableado de alimentación del mencionado componente. Queda terminantemente prohibida la existencia de conductores de tela y goma.</p>	El cableado de los componentes eléctricos dentro de la sala de máquinas están realizados con conductores de PVC (normalizados), exceptuando el cable de puesta a tierra.
Descarga a tierra	Colocar cableado reglamentario (conductor unifilar verde – amarillo) para la descarga a tierra de todos los elementos metálicos de la instalación no expuestos a tensión, hasta la toma provista por el consorcio en el tablero de fuerza motriz ubicado en sala de máquinas, o una jabalina propia de la instalación ubicada en el foso del pasadizo.	El cableado de puesta a tierra no es el reglamentario, además de no estar conectada a todas las masas metálicas de la instalación no expuestas a tensión.
Protector del eje del motor de tracción	La punta eje del motor de tracción debe estar protegida convenientemente contra contactos casuales, siempre que el eje de al espacio de circulación o lugar de paso.	La punta de eje del motor de tracción esta protegida mediante un resguardo fijo.



<p>Conservación de la sala de maquinas</p>	<p>La sala de máquinas debe estar convenientemente conservada, por lo tanto en sus muros y techo no debe haber humedad, filtraciones de agua, desprendimiento de mampostería o cualquier otro agente que perjudique el funcionamiento y la seguridad de la instalación.</p> <p>Las ventilaciones y puerta de acceso a la misma también deben estar convenientemente conservadas, por lo tanto no debe haber persianas fijas de ventilación o vidrios rotos. Los componentes de la instalación que estén expuestos a movimiento o rotación deben estar pintados de amarillo y en lo posible protegidos contra contactos casuales. El piso de sala de máquinas debe ser de superficie lisa y no tener salientes salvo los rebordes en los agujeros para los cables de tracción, regulador y selector de pisos.</p>	<p>La conservación de la sala de máquinas con respecto a los muros, techo, ventilaciones y puertas se encuentra acorde a lo estipulado por la ordenanza. Por otra parte, los componentes de rotación de la instalación no se encuentran pintados de amarillo.</p>
<p>Alarma de emergencia.</p>	<p>Toda cabina de ascensor estará provista en su interior de un pulsador fácilmente identificable (con letras o símbolos y preferentemente amarillos) que accione una alarma, para emergencias con gente encerrada. Esta alarma deberá tener un sonido tipo campana marinera (asociado a la emergencia en el ascensor) y su sonoridad deberá alcanzar 70 decibeles (dBA) como mínimo, medidos en cualquier punto del recorrido del ascensor.</p> <p>Deberá asegurarse que este dispositivo u otro dispositivo de similar nivel de sonoridad funcione aún en caso de corte del suministro eléctrico y con una autonomía no menor a 1.5 hs.</p>	<p>La cabina del ascensor esta provista, en su interior, de un pulsador que acciona una alarma en caso de emergencia, señalizado con la letra 'P'. El sonido es de tipo campana marinera. En ciertos casos, en el recorrido del ascensor su sonoridad no alcanza los 70 dBA. En caso de que se corte el suministro de energía, el dispositivo no funciona, ya que no cuenta con un equipo autónomo.</p>



Instalación eléctrica de la cabina	El cableado eléctrico de los componentes ubicados en la cabina del ascensor deberá estar contenido dentro de cañerías, estas si están en lugares de tránsito para tareas de mantenimiento deberán resistir sin deformación una fuerza de 100 Kilos. Los conductores empleados deberán ser de PVC y también la cabina deberá contar con su correspondiente cableado de descarga a tierra. Queda terminantemente prohibida la existencia de conductores de tela y goma.	Los cables que vinculan la sala de máquinas con el coche (manga), no son del tipo reglamentario por estar revestido con tela. La cabina no está vinculada a tierra.
Distancia entre bastidor de coche y paragolpes	La distancia entre la placa de apoyo del bastidor de cabina y su respectivo paragolpes debe cumplir con lo estipulado en 13.18.2 (ver tabla distancia según velocidad).	Distancia entre la placa de apoyo del bastidor de cabina y paragolpes = 195 mm. Según tabla, para la distancia obtenida la velocidad del carro debería ser hasta 15 m/min. Por lo tanto no cumple con lo establecido, ya que la velocidad del carro es aproximadamente 40 m/min.
Distancia entre bastidor de contrapeso y paragolpes	La distancia entre la placa de apoyo del bastidor de contrapeso y su respectivo paragolpes debe cumplir con lo estipulado en 13.18.2 (ver tabla distancia según velocidad).	Distancia entre la placa de apoyo del bastidor de contrapeso y paragolpes = 540 mm. Según tabla, para la distancia obtenida la velocidad del carro podría ser mayor a 75 m/min. Por lo tanto cumple con lo establecido, ya que la velocidad del contrapeso es aproximadamente 40 m/min.



Patín retráctil	El desenclavamiento de las cerraduras electromecánicas de las puertas exteriores solo podrá realizarse si la cabina está detenida o transitando la zona de nivelación, en un nivel de rellano, no debe poderse abrir una puerta de rellano cuando el ascensor pasa por el mismo sin orden de detenerse.	El patín retráctil funciona adecuadamente. Cumple con lo establecido.
Finales de recorrido	<p>Estos elementos de seguridad cortarán el circuito de la maniobra que alimenta los contactores del motor de tracción y el freno electromagnético, si la cabina rebasa los niveles de parada natural en los extremos de recorrido. Pueden ser colocados:</p> <p>Sobre el techo de la cabina con patines de accionamiento fijos en los extremos de recorrido.</p> <p>En los extremos de recorrido con patín fijo en la cabina.</p> <p>En los selectores de pisos, siempre que sean independientes del elemento que determina la parada en forma normal.</p> <p>Para este último caso el cable que acciona el selector de piso deberá estar provisto de una llave de seguridad que pare inmediatamente la máquina en caso de rotura del mismo.</p> <p>Además en instalaciones de dos o más velocidades deberán colocarse finales de carrera que aseguren la desaceleración del equipo a la velocidad de nivelación en caso de falla del dispositivo principal.</p>	No posee finales de recorrido tanto superior como inferior. Solo posee finales de recorrido para registrar la llegada a cada piso, lo cual no cumple con lo establecido.



Instalación eléctrica de pasadizo	<p>Todo el cableado eléctrico ubicado dentro del pasadizo, deberá estar realizado con conductores de PVC, normalizados, del tipo antillama y de sección adecuada a la potencia del componente que alimentan. Además contenidos dentro de cañerías y estas fijadas a los muros, techo o perfilera estanca.</p>	La estructura metálica no está vinculada a tierra. La manga no presenta recubrimiento antillama (recubierto con tela). Por otra parte, los cables están contenidos dentro de cañerías, y estas fijadas a los muros.
	<p>Queda exento de cumplir el requisito de cañería los cables del tipo armado, siempre que cumplan con la condición de estanqueidad.</p>	
	<p>Todo componente metálico de la instalación de pasadizo no expuesto a tensión deberá tener un cableado de descarga a tierra realizado con conductor de PVC, normalizado (verde-amarillo) y cuya sección no podrá ser inferior al cableado de alimentación del mencionado componente. Queda terminantemente prohibida la existencia de conductores de tela y goma.</p>	
Mirillas	<p>En puertas existentes del tipo batientes de madera con mirilla igual o inferior a 0.030 m² la protección se efectuará con barrotes. Salvo que se exija la obligatoriedad del cambio.</p>	El área de la mirilla de las puertas de rellano del tipo tablillas es de 0,0064 m ² (0,122 m x 0,053 m) y tiene barrotes, por lo tanto cumple con lo establecido.
	<p>En puertas existentes del tipo de madera con mirilla superior a 0.030 m², la protección se efectuará con vidrio armado o laminado translúcido, de 6 mm de espesor mínimo. Salvo que se exija la obligatoriedad del cambio.</p>	
	<p>En puertas existentes del tipo batientes de madera ubicadas en planta baja, cualquiera sea la dimensión de su mirilla, si las restantes puertas son del tipo tijeras, la protección se efectuará con barrotes. Salvo que se exija la obligatoriedad del cambio.</p>	



	En puertas existentes del tipo a tablillas con mirilla igual o inferior a 0.030 m ² la protección se efectuará con barrotes. Salvo que se exija la obligatoriedad del cambio.	
Teléfono de emergencia	Si el ascensor es de uso privado (atiende una sola unidad por piso) y el rellano se encuentra cerrado, el propietario de cada unidad mantendrá en este una línea de teléfono con el exterior.	El ascensor es de uso público, por lo tanto no es nuestro caso.
	Otra alternativa puede ser una línea de teléfono común al consorcio con equipo en cada rellano y en la cabina.	
	Si el ascensor se encuentra instalado en un lugar donde a partir de un determinado horario exista la posibilidad de no quedar nadie en el interior del inmueble en cada rellano (cerrado o no) y en la o las cabinas habrá una línea telefónica directa al exterior como uso común del consorcio.	
Rellano cerrado	En caso de no existir una comunicación con un medio exigido de salida (rellano cerrado) la instalación de ascensor deberá contar: Fotocopia del acta de asamblea donde se aprueba que las puertas de rellano estén cerradas con llave. Fotocopia del compromiso con la Empresa de Mantenimiento para que esta pueda realizar normalmente las distintas rutinas de inspección. Con un dispositivo que permita la comunicación de los usuarios con el exterior (ver teléfono de emergencia).	No es nuestro caso



<p>Puerta de cabina de accionamiento manual</p>	<p>Deberán reemplazarse las puertas de cabina de accionamiento manual del tipo denominadas "tijeras", en reemplazo de las mismas podrá colocarse:</p> <p>A- Puerta de accionamiento manual del tipo a tablillas plegadizas.</p> <p>B- Puerta de accionamiento manual del tipo corrediza giratoria.</p> <p>C- Puerta de accionamiento manual del tipo a tablillas telescópicas.</p> <p>D- Puerta de accionamiento manual del tipo corrediza horizontal de hojas múltiples.</p> <p>E- Puerta de accionamiento automático con paños llenos, de cualquier tipo.</p> <p>En todos los casos de puerta de accionamiento manual la mirilla debe quedar enfrentada con la mirilla de las puertas de rellano, para que desde el exterior pueda visualizarse la llegada del ascensor al piso.</p> <p>Además deberá incorporarse dentro de la cabina un indicador de posición para ubicar al pasajero por el piso en que va o en el que se detuvo la cabina.</p> <p>Para los edificios existentes contemplados en la Ordenanza N° 13.007 las puertas existentes solo podrán ser reemplazadas por puertas del tipo automático.</p>	<p>Como el edificio estaría contemplado en la Ordenanza N° 13.007 las puertas existentes deberán ser reemplazadas por puertas del tipo automáticas.</p>
<p>Puertas de subsuelo</p>	<p>La puerta de rellano en nivel de subsuelo (especialmente con sala de calderas o cocheras), entresijos, terraza o cualquier nivel que por su uso y característica aumente ostensiblemente la carga de fuego con respecto del resto de los rellanos, deben cumplir en general con las reglas en vigor concernientes a la protección contra incendios, debiendo tener una resistencia al fuego mínima de 30 minutos (F30). Debe poseer</p>	<p>Como las puertas de rellano en cada nivel son del tipo tablillas plegadizas, no cumple con la resistencia de fuego mínima ya que hay cierta luz entre tablillas. No habiendo un cierre hermético.</p>



	<p>mirilla con:</p> <p>A- Protección de mirilla con vidrio armado o laminado translúcido, de 6 mm de espesor mínimo.</p> <p>B- Superficie mínima de vidrio por puerta de rellano de 0.030 m² y de 0.015 m² por mirilla.</p> <p>C- Ancho de la mirilla mínimo 60 mm y máximo 200 mm.</p> <p>D- El borde bajo de las mirillas cuyo ancho sea superior a 80 mm, debe estar a 0.40 m del suelo.</p>	
<p>Balanza pesacarga</p>	<p>En toda instalación será obligatorio el empleo de un dispositivo limitador de carga. El mismo deberá detectar los estados de carga completa (100% de la carga teórica) y de la sobrecarga (110% de la carga teórica).</p> <p>El equipo de control frente a estos estados deberá:</p> <p>a. Con carga completa permitir el movimiento de la cabina, y no detenerse ante llamadas exteriores.</p> <p>b. Con sobrecarga no permitir el movimiento de la cabina, dar aviso de ese estado en forma visual y auditiva a fin de permitir la reducción de la carga a transportar hasta valores no mayores que el 100% de la carga teórica.</p> <p>Quedan exceptuados del dispositivo limitador de carga los montacargas de cualquier carga y ascensores unifamiliares.</p>	<p>El ascensor no posee un dispositivo limitador de carga. No cumple con lo establecido.</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Paracaídas	Se reemplazara el sistema de acuñamiento de los paracaídas cuando a juicio del profesional responsable de la instalación el mismo no cumpla con la función para la que fue concebido como producto de obsolescencia o deterioro. Todos los elementos que correspondan al accionamiento del sistema de paracaídas deberán ser compatibles.	Paracaídas en techo de cabina con interruptor de bloqueo.
Cadena de compensación	Se deberá instalar cadena de compensación en los casos que resulte pertinente	No posee



CAPÍTULO 5

CÁLCULO MECÁNICO DE UN ASCENSOR CON SALA DE MÁQUINAS LATERAL.

5.1 Disposiciones previas a los cálculos

Atendiendo a la diversidad componentes mecánicos con que cuenta un ascensor, en este proyecto solo se realizó el diseño y cálculo de: las guías de deslizamiento, los cables de suspensión, la polea de tracción, resorte-paragolpes y bastidor (arcata). La elección de estos elementos respecto de otros se debe a que sus funciones son esenciales para que un ascensor eléctrico pueda desarrollar de forma correcta la actividad para la cual ha sido creado.

En el caso de las guías de deslizamiento su importancia radica en el hecho de que su no utilización supone que la cabina sufra movimientos incontrolados como consecuencia de una distribución desigual de la masa del coche del ascensor, de la carga nominal o del punto de suspensión de la cabina, llegando ésta a impactar contra las paredes del hueco del ascensor. Además, las guías sirven de soporte sobre el que actúan los sistemas de paracaídas, deteniendo el descenso de la cabina sobre sus guías en caso de que se haya sobrepasado el valor de velocidad preestablecido o se haya producido la caída libre de la cabina.

La importancia de los cables de suspensión está en que son los únicos elementos que sostienen a la cabina y al contrapeso, produciéndose la caída de estos en caso de rotura de cables.

La polea de tracción es de suma importancia y mediante ella se aplica el par de la máquina de tracción a los cables de suspensión y producir el movimiento ascendente y descendente de la cabina y del contrapeso.

El resorte (paragolpes) su importancia radica en que evita que el impacto contra el fondo del hueco del ascensor, a velocidad nominal, tenga consecuencias destructivas.

Por último, el diseño del bastidor es determinante porque debe resistir todos los esfuerzos que se originen de la actuación de los elementos de seguridad, la tracción de los cables, cargas descentradas, entre otros.



5.2 Normativa

El criterio de dimensionamiento y cálculo mecánico de los componentes del ascensor del presente proyecto, se basó en la Norma Europea EN 81-1:1998+A3:2009, la cual tiene su versión oficial en español en la Norma UNE-EN 81-1:2001+A3 publicada en junio de 2010, con el título de *Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores. Parte 1: Ascensores eléctricos*.

Esta norma específica las reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores eléctricos, a tracción por adherencia o tambor de arrollamiento, instalados en forma permanentemente, en toda instalación y que tengan niveles definidos de paradas, con una cabina destinada para el transporte de personas o de personas y carga, suspendida por cables o cadenas y desplazándose entre guías, con inclinación no mayor de 15° sobre la vertical.

Por otra parte, como complemento a la Norma EN 81-1 se utilizó la Ordenanza N°16589 de la Municipalidad de Gral. Pueyrredón, que es la que rige en Mar del Plata. Si bien esta última no presenta criterios de cálculo mecánico ni eléctrico, si establece los requerimientos mínimos que debe cumplir las distintas partes del ascensor.

5.3 Cálculo para el diseño de las guías de deslizamiento

En este apartado, se indica paso a paso los cálculos realizados y las consideraciones que se han tomado para el diseño de las guías de deslizamiento del ascensor eléctrico, de la cabina, y del contrapeso.

5.3.1 Guías de la cabina

Las guías seleccionadas para este proyecto presentan un perfil en forma de T y tendrán un acabado superficial del tipo cepillado conforme a la Norma ISO 7465.

ISO 7465: 2007 especifica los grados y la calidad, las características dimensionales, las tolerancias dimensionales y geométricas, y el acabado de la superficie de los carriles de guía estandarizados y sus bridas.

El motivo de utilizar guías con acabado superficial conforme a la Norma ISO 7465, es que de no ser así se deberá utilizar en un principio guías de fundición de manera tal que logre pulir las imperfecciones que pueda tener las guías. Esto ocasiona un ruido excesivo y molesto además de producirse un desgaste excesivo, debido al roce entre metales en el instante que el ascensor está en funcionamiento.



Antes de comenzar con el cálculo de los esfuerzos y de las flechas sobre las guías es necesario determinar los esfuerzos y las flechas admisibles que en ningún caso deben sobrepasar las guías seleccionadas. La Norma EN 81-1, indica dos formas de llevar a cabo su cálculo, pero se ha optado por una de ellas, que es para guías conforme a la Norma ISO 7465.

El método consiste en obtener los esfuerzos admisibles (σ_{perm}) para dos casos de carga mediante la Tabla (5.1) a partir del valor de la resistencia a la tracción (R_m) que presentan las guías. Para este cálculo se toma el valor más restrictivo de la resistencia a la tracción que es de 370 N/mm².

Tabla (5.1) Esfuerzos admisibles (Norma EN81-1 Capítulo 10.1.2)

Casos de carga	Rm[N.mm ²]		
	370	440	520
Carga en uso normal	165	195	230
Funcionamiento del paracaídas	205	244	290

En cuanto a las flechas admisibles (δ_{perm}), la Norma EN 81-1 precisa que para guías de perfil en T las deflexiones máximas calculadas no deben superar los 5 mm en ambas direcciones cuando sobre las guías actúan paracaídas, en caso contrario, las deflexiones permitidas en ambas direcciones son de 10 mm.

Los valores de esfuerzos y flechas admisibles indicados anteriormente son igualmente válidos para guías de cabina y de contrapeso, ya que ambos casos se emplea el mismo tipo de guías (guías cepilladas).

Para llevar a cabo el cálculo de los esfuerzos y de las flechas que aparecen sobre las guías debido a las fuerzas que actúan sobre ellas como consecuencia de una distribución desigual de la carga nominal en la cabina o por la actuación del sistema de frenado de emergencia, se ha decidido adoptar una de las configuraciones de entre todas las dispuestas en la Norma EN 81-1, aplicable a nuestro caso, que se explicara más adelante.

El siguiente esquema (Figura 5.1) muestra una configuración general de un ascensor, y sus cotas se explican a continuación:

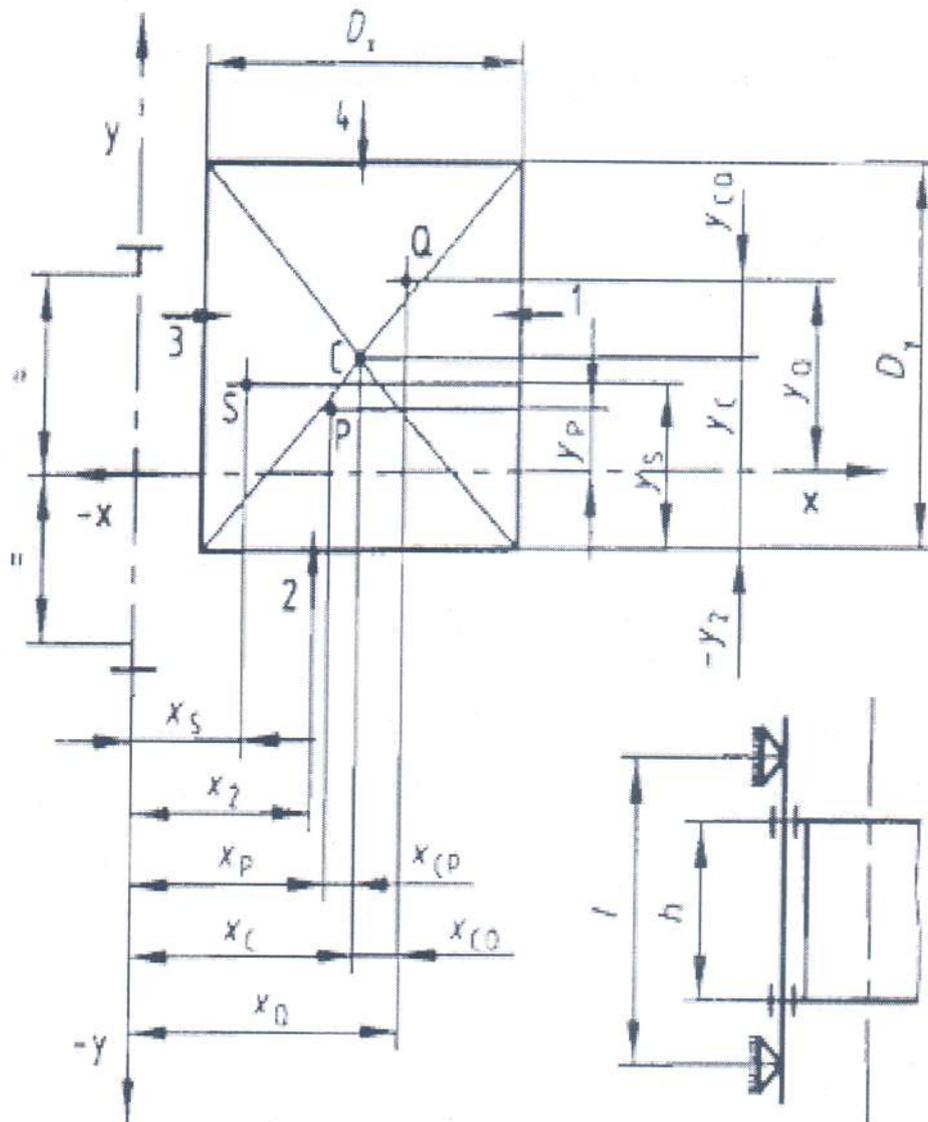


Figura 5.1 Coordenadas y medidas generales de cabina.

Dónde:

D_x es la profundidad de la cabina según el eje X;

D_y es la anchura de la cabina según eje Y;



- x_c, y_c es la posición del centro de la cabina (C) en relación con las coordenadas cruzadas de las guías;
- x_s, y_s es la posición del centro de la suspensión (S) en relación con las coordenadas cruzadas de las guías;
- x_p, y_p es la posición de la masa de la cabina (P) en relación con las coordenadas cruzadas de las guías;
- x_{cp}, y_{cp} es la posición del centro de gravedad de la masa de la cabina (P) en relación con el centro de la cabina (C);
- S es el punto de suspensión de la cabina;
- C es el centro de la cabina;
- P es la flexión provocada por la masa de la cabina-centro de gravedad de la masa;
- Q es la carga nominal-centro de gravedad de la cabina;
- es la dirección de carga;
- 1,2,3,4 es el centro de la puerta de cabina N° 1,2,3 o 4;
- x_i, y_i es la posición de la puerta de cabina $i = 1,2,3$ o 4;
- n es el número de guías;
- h es la distancia entre guías de cabina;
- x_Q, y_Q es la distancia de la carga nominal (Q) en relación con las coordenadas cruzadas de las guías;

Siguiendo la Norma EN 81-1 se indica que el cálculo de las guías debe realizarse para tres situaciones distintas de funcionamiento de la cabina, como son: **la actuación de un componente de seguridad, el uso normal de subida y bajada, y la acción de carga y descarga.** En todas ellas deben evaluarse los esfuerzos de flexión, de pandeo, combinados, la torsión de la base y las flechas.

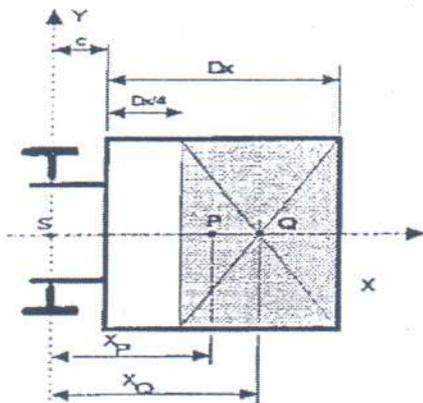
Durante la explicación de los términos que forman parte de las Ec. empleadas en los cálculos se indican entre paréntesis los valores que toman las diferentes variables, de entre los cuales, los que aparecen con un asterisco al lado han sido supuestos.



Para las tres situaciones de funcionamiento la Norma EN 81-1 establece que la carga nominal (Q) debe estar uniformemente distribuida dentro de las $\frac{3}{4}$ partes del área de la cabina, lo que supone dos casos distintos de distribución de carga, uno respecto al eje X y otro respecto al eje Y.

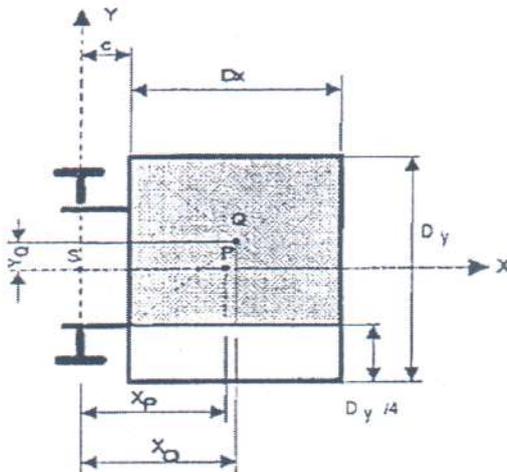
Los siguientes esquemas (Figura 5.2) muestran ambos casos de distribución de carga, para un ascensor guiado y suspendido en voladizo, que ejemplifica el ascensor lateral o ascensor con sala de máquinas reducida (nuestro caso).

Caso 1, con respecto al eje X



$$\begin{aligned} x_p &> 0 & y_p &= 0 \\ x_Q &= c + \frac{5}{8} \cdot D_x & y_Q &= 0 \end{aligned}$$

Caso 2, con respecto al eje Y



$$\begin{aligned} x_p &> 0 & y_p &= 0 \\ x_Q &= c + \frac{D_x}{2} & y_Q &= \frac{1}{8} \cdot D_y \end{aligned}$$

Figura 5.2 Distribución de carga (Ascensor lateral).



Funcionamiento de un componente de seguridad

Los valores que contengan (*) pueden representar tanto valores obtenidos de proyectos similares que son indispensables para realizar el cálculo mecánico como valores obtenidos mediante catálogos y/o Ec. , que si es necesario se explicaran con detalle a continuación de las referencias de cada Ec. .

Caso 1. Distribución de carga con respecto al eje X:

La distancia de la carga Q en relación con las coordenadas cruzadas de las guías viene determinada por las Ec. :

$$x_Q = c + \frac{5}{8} \times D_x \quad (5.1)$$

$$y_Q = 0 \quad (5.2)$$

Dónde:

c es la posición del filo de la cabina respecto al eje Y (0,17 m)^(*);

Dx es la profundidad de la cabina según el eje X (1,16 m);

El valor de la posición del filo de la cabina surgió de comparar valores de proyectos similares, lo cual no se cree necesario ningún tipo de explicación.

Sustituyendo los valores en las Ec. (5.1) y (5.2) se obtiene:

$$x_Q = 0,17[m] + \frac{5}{8} \times 1,16[m] = 0,895[m]$$

$$y_Q = 0$$

Evaluación del esfuerzo de flexión respecto al eje Y

La fuerza aplicada a las guías por las guíaderas de la cabina, según el eje X, debido a la excentricidad de las cargas Q y P, quedan determinadas por la Ec. :

$$F_X = \frac{k_1 \times g_n \times (Q \times x_Q + P \times x_P)}{n \times h} \quad (5.3)$$



Dónde:

- k_1 es el factor de impacto según Tabla 5.2;
- g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);
- Q es la carga nominal (525 kg);
- x_Q es la distancia de la carga nominal respecto al eje Y (0,895 m);
- P es la masa de la cabina vacía y arcata (600 kg);
- x_p es la posición de la masa de la cabina respecto al eje Y (0,623 m)(*);
- n es el número de guías (2);
- h es la distancia entre guías de cabina (2,9 m).

La posición de la masa de la cabina respecto al eje Y viene dado por la siguiente Ec.

:

$$x_p = \frac{P_{arcata} \times X_{arcata} + P_{cabina} \times X_{cabina}}{P_{arcata} + P_{cabina}}$$

Dónde:

- X_{arcata} es la distancia entre el baricentro de la arcata y el eje Y (0,37[m]);
- X_{cabina} es la distancia entre el baricentro de la cabina y el eje Y (0,75[m]);
- P_{arcata} es el peso de la arcata (bastidor) (200 kg);
- P_{cabina} es el peso de la cabina (400 kg).

$$x_p = \frac{200[kg] \times 0,37[m] + 400[kg] \times 0,75[m]}{200[kg] + 400[kg]} = 0,623[m]$$

El factor de impacto k_1 hace referencia al tipo de paracaídas instalado en la cabina. Debido a que la velocidad nominal del ascensor no supera los 60 m/min, para esta velocidad se pueden instalar paracaídas del tipo instantáneo. Por lo tanto, se utiliza paracaídas instantáneo del tipo de rodillo, siendo $k_1 = 3$.



Tabla 5.2 Valores de factor de impacto

Factores de impacto

Impacto por	Factor de impacto	Valor
Actuación de paracaídas instantáneo o dispositivo de bloqueo, excepto de tipo de rodillo	k_1	5
Actuación de paracaídas instantáneo de tipo de rodillo, o dispositivo de bloqueo de tipo de rodillo, o dispositivo de retén con amortiguador de tipo de acumulación de energía, o amortiguador de acumulación de energía.		3
Actuación de paracaídas progresivo, o dispositivo de bloqueo progresivo, o dispositivo de retén con amortiguador de tipo de disipación de energía, o amortiguador de tipo de disipación de energía		2
Válvula paracaídas		2
Funcionando	k_2	1,2
Partes auxiliares	k_3	(...) ¹⁾

1) El valor tiene que determinarse por el fabricante, puesto que depende de cada instalación real.

La variable P, según la Norma EN 81-1, representa a las masas de la cabina vacía y de los componentes que le cuelgan, cuando proceda, es decir, parte del cordón de maniobra, cables o cadenas de compensación, etc. Para este proyecto no son necesarios los cables de compensación, ya que la altura del recorrido que realiza la cabina es menor a 25 m, que es la distancia a partir de la cual se recomienda el uso de estos cables, los cuales se emplean para compensar el peso de los cables de tracción.

Además, es necesario indicar que debido a que el recorrido del ascensor es relativamente corto, es despreciable el peso de los cables de suspensión en el desarrollo de los cálculos de guía.

Introduciendo los datos a la Ec. (5.3) se obtiene:

$$F_x = \frac{3 \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times (525 [kg] \times 0,895[m] + 600[kg] \times 0,623[m])}{2 \times 2,9[m]} = 4280,9 [N]$$

El momento flector, respecto al eje Y, debido a la fuerza aplicada sobre las guías se determina mediante la siguiente Ec. :

$$M_y = \frac{3 \times F_x \times l}{16} \quad (5.4)$$



Dónde:

F_x es la fuerza aplicada a las guías por las guideras según el eje X (4280,9 N);

l es la distancia máxima entre las fijaciones de guías (2 m^(*)).

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.4) resulta:

$$M_y = \frac{3 \times 4280,9[N] \times 2[m]}{16} = 1605[N.m]$$

Por último, el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto al eje Y queda reflejado por la Ec. :

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} \quad (5.5)$$

Donde

M_y es el momento flector respecto al eje Y (1605 N.m);

W_y es el modulo resistente de la superficie de la sección transversal (en m³).

Para obtener el valor del módulo resistente, se tuvo en consideración las dimensiones de guías de proyectos de ascensores similares pero de distinta configuración. Para ello partimos de una guía T89/B del fabricante Savera, lo cual nos da un valor modulo resistente en Y de $11,8 \cdot 10^{-6} [m^3]$ (Anexo A).

Introduciendo los datos en la Ec. (5.5) se tiene:

$$\sigma_y = \frac{1605[N.m]}{11,8 \times 10^{-6}[m^3]} = 136 [MPa]$$

Evaluación del esfuerzo de flexión respecto al eje X

La fuerza aplicada a las guías por las guideras de la cabina, según el eje Y, debido a la excentricidad de las carga Q y P, queda determinada por la Ec. :

$$F_y = \frac{k_1 \times g_n \times (Q \times y_Q + P \times y_P)}{\frac{n}{2} \times h} \quad (5.6)$$



Dónde:

- k_1 es el factor de impacto según Tabla 5.2;
 g_n es la aceleración normal de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$);
 Q es la carga nominal (525 kg);
 y_Q es la distancia de la carga nominal respecto al eje X (0 m);
 P es la masa de la cabina vacía y arcata (600 kg);
 y_P es la posición de la masa de la cabina respecto al eje X (0 m);
 n es el número de guías (2);
 h es la distancia entre guías de cabina (2,9 m).

Introduciendo los datos en la Ec. (5.6) se obtiene:

$$F_y = 0 [N]$$

El momento flector, respecto al eje Y, debido a la fuerza aplicada sobre las guías puede ser determinado por la siguiente Ec. :

$$M_x = \frac{3 \times F_y \times l}{16} \quad (5.7)$$

Dónde:

- F_y es la fuerza aplicada a las guías por las guías segun el eje Y (0 N);
 l es la distancia máxima entre las fijaciones de guías (2 m).

Sustituyendo los valores en (5.7) resulta:

$$M_x = 0 [N.m]$$

Por último, el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto al eje X queda reflejado por la Ec. :

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \quad (5.8)$$



Donde

M_x es el momento flector respecto al eje X (0 N.m);

W_x es el modulo resistente de la superficie de la sección transversal (en m^3).

Introduciendo los datos en la Ec. (5.8) se tiene:

$$\sigma_x = 0 \text{ [MPa]}$$

Evaluación del esfuerzo de pandeo

La fuerza de pandeo a la que están sometidas las guías debido a la fuerza de frenado que se produce como consecuencia de la actuación del paracaídas, se expresa según la Ec. :

$$F_k = \frac{k_1 \times g_n \times (Q + P)}{n} \quad (5.9)$$

Dónde:

k_1 es el factor de impacto según Tabla 5.2;

g_n es la aceleración normal de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$);

Q es la carga nominal (525 kg);

P es la masa de la cabina vacía y arcata (600 kg);

n es el número de guías (2).

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.9) se obtiene:

$$F_k = \frac{3 \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times (525 \text{ [kg]} + 600 \text{ [kg]})}{2} = 16554,4 \text{ [N]}$$

Para determinar el esfuerzo de pandeo se debe aplicar la siguiente Ec. :

$$\sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \times M) \times \omega}{A} \quad (5.10)$$



Dónde:

- F_k es la fuerza de pandeo (16554,4 N);
 K_3 es el factor de impacto según Tabla 5.2 (1^(*));
 M es la fuerza en la guía debida al peso de equipos auxiliares (32 N^(*));
 ω es el valor del factor de deformación omega;
 A es el área de la sección transversal de guía (15,7 cm^{2(*)}).

El valor de M viene dado por la masa que aportan los finales de carreras e imanes, que luego se explicaran su función y están fijados sobre las guías. Por lo tanto, la Ec. de M , resulta:

$$M = m_{\text{accesorios}} \times g_n$$

Sustituyendo los valores, resulta:

$$M = 3,25[\text{Kg}] \times 9,81 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] = 32[\text{N}]$$

El factor de impacto K_3 hace referencia al equipo auxiliar fijado en las guías, exceptuando las de limitador de velocidad y partes asociadas, las de interruptores o equipos de posicionamiento. Por lo tanto solo como equipo auxiliar sobre las guías hay colocados imanes de 150 mm x 25 mm x 5 mm que permite detectar la llegada de un piso mediante un sensor. De esta manera se va a suponer un valor del factor de impacto igual a 1.



Tabla 5.2 Valores del factor de impacto

Factores de impacto

Impacto por	Factor de impacto	Valor
Actuación de paracaídas instantáneo o dispositivo de bloqueo, excepto de tipo de rodillo	k_1	5
Actuación de paracaídas instantáneo de tipo de rodillo, o dispositivo de bloqueo de tipo de rodillo, o dispositivo de retén con amortiguador de tipo de acumulación de energía, o amortiguador de acumulación de energía.		3
Actuación de paracaídas progresivo, o dispositivo de bloqueo progresivo, o dispositivo de retén con amortiguador de tipo de disipación de energía, o amortiguador de tipo de disipación de energía		2
Válvula paracaídas		2
Funcionando	k_2	1,2
Partes auxiliares	k_3	(...) ¹⁾
1) El valor tiene que determinarse por el fabricante, puesto que depende de cada instalación real.		

La obtención del valor de la variable ω se realiza con ayuda de las Ec. :

$$\lambda = \frac{l_k}{i} \quad (5.11)$$

$$l_k = l \quad (5.12)$$

Dónde:

λ es el coeficiente de esbeltez;

l_k es la longitud de pandeo (en m);

i es el radio de giro mínimo (en m);

l es la distancia máxima entre fijaciones de guía (2 m).

Para obtener el valor del radio de giro mínimo y del área transversal, se tuvo en consideración las dimensiones de guías de proyectos de ascensores similares pero de distinta configuración. Para ello partimos de una guía T89/B del fabricante Saveria, lo cual nos da un valor de radio de giro mínimo de 1,83 cm y con un área transversal de 15,7 cm² (Anexo A).



Sustituyendo los valores en la Ec. (5.11) resulta:

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{2 [m]}{1,83 \times 10^{-2} [m]} = 109,3$$

Luego para obtener ω se debe tener en cuenta los siguientes polinomios:

Para acero de resistencia a la tracción $R_m = 370 \text{ N/mm}^2$:

$$\begin{aligned} 20 \leq \lambda \leq 60: \quad \omega &= 0,000\ 129\ 20 \cdot \lambda^{1,89} + 1; \\ 60 < \lambda \leq 85: \quad \omega &= 0,000\ 046\ 27 \cdot \lambda^{2,14} + 1; \\ 85 < \lambda \leq 115: \quad \omega &= 0,000\ 017\ 11 \cdot \lambda^{2,35} + 1,04; \\ 115 < \lambda \leq 250: \quad \omega &= 0,000\ 168\ 87 \cdot \lambda^{2,00}. \end{aligned} \tag{5.13}$$

Para acero de resistencia a la tracción $R_m = 520 \text{ N/mm}^2$:

$$\begin{aligned} 20 \leq \lambda \leq 50: \quad \omega &= 0,000\ 082\ 40 \cdot \lambda^{2,06} + 1,021; \\ 50 < \lambda \leq 70: \quad \omega &= 0,000\ 018\ 95 \cdot \lambda^{2,41} + 1,05; \\ 70 < \lambda \leq 89: \quad \omega &= 0,000\ 024\ 47 \cdot \lambda^{2,36} + 1,03; \\ 89 < \lambda \leq 250: \quad \omega &= 0,000\ 253\ 30 \cdot \lambda^{2,00}. \end{aligned} \tag{5.14}$$

Para el cálculo de los valores de ω con resistencia a la tracción R_m del acero, entre 370 N/mm^2 y 520 N/mm^2 , debe utilizarse la siguiente Ec. :

$$\omega_R = \left[\frac{\omega_{520} - \omega_{370}}{520 - 370} \cdot (R_m - 370) \right] + \omega_{370} \tag{5.15}$$

Para otros materiales metálicos, el valor de ω tiene que ser propuesto por el fabricante.

Tomando el polinomio de la Ec. (5.13) para acero de resistencia a la tracción de 370 N/mm^2 en función del valor obtenido de λ , obtenemos el valor de ω :

$$\omega = 0,00001711 \times \lambda^{2,35} + 1,04 = 0,00001711 \times 109,3^{2,35} + 1,04 = 2,1$$



Por último, introduciendo en la Ec. (5.10) los datos obtenidos, el esfuerzo de pandeo resulta:

$$\sigma_k = \frac{(16554,4[N] + 1 \times 32[N]) \times 2,1}{15,7 \times 10^{-4} [m^2]} = 22,2 [MPa]$$

Evaluación y comprobación de los esfuerzos combinados

Los esfuerzos combinados, que son el resultado de la combinación de los esfuerzos de flexión y pandeo a los que están sometidas las guías, vienen determinados por las Ec. (5.16), (5.17) y (5.18) y sus resultados no deben sobrepasar el valor del esfuerzo máximo admisible:

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm} \quad (5.16)$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \times M}{A} \leq \sigma_{perm} \quad (5.17)$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \times \sigma_m \leq \sigma_{perm} \quad (5.18)$$

Dónde:

σ_m es el esfuerzo de flexión (en MPa);

σ_x es el esfuerzo de flexión en el eje X (0 MPa);

σ_y es el esfuerzo de flexión en el eje Y (136 MPa);

σ es el esfuerzo de flexión y compresión (en MPa);

σ_c es el esfuerzo de flexión y pandeo (en MPa);

σ_{perm} es el esfuerzo admisible en funcionamiento de paracaídas (205 MPa);

Sustituyendo los distintos valores en las Ec. (5.16), (5.17) y (5.18) se tiene:

$$\sigma_m = 0 + 136 [MPa] = 136 [MPa] \leq 205 [MPa] \quad \text{Verifica}$$

$$\sigma = 136 [MPa] + \frac{16554,4 [N] + 1 \times 32 [N]}{1570 [mm^2]} = 146,57 [MPa] \leq 205 [MPa] \quad \text{Verifica}$$



$$\sigma_c = 22,2 \text{ [MPa]} + 0,9 \times 136 \text{ [MPa]} = 144,6 \text{ [MPa]} \leq 205 \text{ [MPa]} \quad \text{Verifica}$$

De esta forma, se comprueba que la guía es capaz de soportar todos y cada uno de los esfuerzos combinados.

Evaluación y comprobación del esfuerzo de torsión de la base

El esfuerzo de torsión aparece como consecuencia de la fuerza ejercida por los apoyos de la cabina sobre la base de las guías, y que para guías de perfil en T viene determinado por la Ec. :

$$\sigma_F = \frac{1,85 \times F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm} \quad (5.19)$$

Dónde:

σ_F es el esfuerzo local de torsión (en MPa);

F_x es la fuerza ejercida por la rozadura sobre la base (4280,9 N);

c es la anchura de la parte de conexión de la base con la cabeza de la guía (170 mm).

Introduciendo los valores en la Ec. (5.19) se obtiene:

$$\sigma_F = \frac{1,85 \times 4280,9 \text{ [N]}}{(170 \text{ [mm]})^2} = 0,27 \text{ [MPa]} \leq 205 \text{ [MPa]} \quad \text{Verifica}$$

De esta manera, se comprueba que la base de la guía es capaz de aguantar el esfuerzo de torsión al que está sometida.

Evaluación y comprobación de las flechas

Para el cálculo de las deflexiones que experimentan las guías como consecuencia de las fuerzas que se ejercen sobre ellas, se utilizan las siguientes Ec. :

$$\delta_x = 0,7 \times \frac{F_x \times l^3}{48 \times E \times I_y} \leq \delta_{perm} \quad (5.20)$$

$$\delta_y = 0,7 \times \frac{F_y \times l^3}{48 \times E \times I_x} \leq \delta_{perm} \quad (5.21)$$



Dónde:

δ_x es la flecha en el eje X (en m);

δ_y es la flecha en el eje Y (en m);

F_x es la fuerza de apoyo ejercida en el eje X (4280,9 N);

F_y es la fuerza de apoyo ejercida en el eje Y (0 N);

l es la máxima distancia entre fijaciones de guía (2 m);

E es el módulo de elasticidad del acero (210 GPa, acero estructural);

I_y es el momento de inercia de la sección de la guía en el eje Y (52,4 cm⁴);

I_x es el momento de inercia de la sección de la guía en el eje X (59,52 cm⁴);

δ_{perm} es la flecha admisible, según la Norma EN 81-1 (5 mm para cuando actúa el paracaídas).

Para obtener los valores de los momentos de inercia de la guía en el eje X y en el eje Y, se tuvo en consideración las dimensiones de guías de proyectos de ascensores similares pero de distinta configuración. Para ello partimos de una guía T89/B del fabricante Savera, lo cual nos da un valor de momento de inercia en el eje Y de 52,4 cm⁴ y un valor de momento de inercia en el eje X de 59,52 cm⁴ (Anexo A).

Sustituyendo los datos en las Ec. (5.20) y (5.21) resulta:

$$\delta_x = 0,7 \times \frac{4280,9 [N] \times (200[cm])^3}{48 \times 210[GPa] \times 52,4[cm^4]} = 4,53 [mm] \leq 5[mm] \quad \text{Verifica}$$

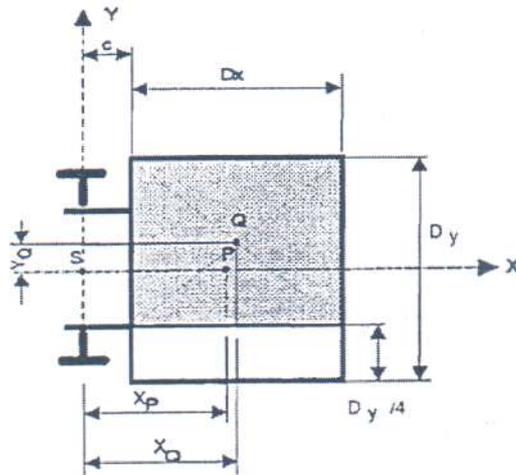
$$\delta_y = 0,7 \times \frac{0 [N] \times (200[cm])^3}{48 \times 210[GPa] \times 59,52[cm^4]} = 0[mm] \leq 5 [mm] \quad \text{Verifica}$$

Se comprueba que la deflexión que sufre la guía en ambas direcciones cumple con lo establecido en la Norma EN 81-1 para la situación de funcionamiento de un componente de seguridad.



Caso 2. Distribución de carga respecto al eje Y:

Caso 2, con respecto al eje Y



$x_p > 0$	$y_p = 0$
$x_Q = c + \frac{D_x}{2}$	$y_Q = \frac{1}{8} \cdot D_y$

Figura 5.2 Distribución de carga

La distancia de la carga Q en relación con las coordenadas cruzadas de las guías viene determinada por las Ec. (Figura 5.2 Distribución de carga –Caso 2):

$$x_Q = c + \frac{D_x}{2} \quad (5.22)$$

$$y_Q = \frac{1}{8} \times D_y \quad (5.23)$$

Dónde:

c es la posición del filo de la cabina respecto al eje Y (0,17 m)(*);

Dx es la profundidad de la cabina según el eje X (1,16 m);

Dy es la profundidad de la cabina según el eje Y (1,48 m);

Sustituyendo los valores en las Ec. (5.22) y (5.23) se obtiene:

$$x_Q = 0,17[m] + \frac{1,16[m]}{2} = 0,75[m]$$

$$y_Q = \frac{1}{8} \times 1,48[m] = 0,185[m]$$



Evaluación del esfuerzo de flexión respecto al eje Y

La fuerza aplicada a las guías por las guideras de la cabina, según el eje X, debido a la excentricidad de las cargas Q y P, quedan determinadas por la Ec. :

$$F_x = \frac{k_1 \times g_n \times (Q \times x_Q + P \times x_P)}{n \times h} \quad (5.24)$$

Dónde:

- k_1 es el factor de impacto según Tabla 5.2;
- g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);
- Q es la carga nominal (525 kg);
- x_Q es la distancia de la carga nominal respecto al eje Y (0,75 m);
- P es la masa de la cabina vacía y arcata (600 kg);
- x_P es la posición de la masa de la cabina respecto al eje Y (0,623 m)(*);
- n es el número de guías (2);
- h es la distancia entre guideras de cabina (2,9 m).

Introduciendo los datos a la Ec. (5.24) se obtiene:

$$F_x = \frac{3 \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times (525 [kg] \times 0,75 [m] + 600 [kg] \times 0,623 [m])}{2 \times 2,9 [m]} = 3894,65 [N]$$

El momento flector, respecto al eje Y, debido a la fuerza aplicada sobre las guías se determina por medio de la siguiente Ec. :

$$M_y = \frac{3 \times F_x \times l}{16} \quad (5.25)$$

Dónde:

- F_x es la fuerza aplicada a las guías por las guideras según el eje X (3894,65 N);



l es la distancia máxima entre las fijaciones de guías (2 m).

Sustituyendo los valores en Ec. (5.25) resulta:

$$M_y = \frac{3 \times 3894,65[N] \times 2[m]}{16} = 1460,5[N.m]$$

Por último, el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto al eje Y queda reflejado por la Ec. :

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} \quad (5.26)$$

Donde

M_y es el momento flector respecto al eje Y (1460,5 N.m);

W_y es el modulo resistente de la superficie de la sección transversal (en m^3).

Introduciendo los datos en la Ec. (3.26) se tiene:

$$\sigma_y = \frac{1460,5[N.m]}{11,8 \times 10^{-6}[m^3]} = 123,7 [MPa]$$

Evaluación del esfuerzo de flexión respecto al eje X

La fuerza aplicada a las guías por las guideras de la cabina, según el eje Y, debido a la excentricidad de las cargas Q y P, quedan determinadas por la Ec. :

$$F_y = \frac{k_1 \times g_n \times (Q \times y_Q + P \times y_P)}{\frac{n}{2} \times h} \quad (5.27)$$

Dónde:

k_1 es el factor de impacto según Tabla 5.2 (3);

g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s^2);

Q es la carga nominal (525 Kg);

y_Q es la distancia de la carga nominal respecto al eje X (0,185 m);



- P es la masa de la cabina vacía y arcata (600 kg);
y_P es la posición de la masa de la cabina respecto al eje X (0 m);
n es el número de guías (2);
h es la distancia entre guías de cabina (2,9 m).

Introduciendo los datos a la Ec. (5.27) se obtiene:

$$F_y = \frac{3 \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times (525 [kg] \times 0,185[m] + 600[kg] \times 0[m])}{\frac{2}{2} \times 2,9[m]} \cong 986 [N]$$

El momento flector, respecto al eje X, debido a la fuerza aplicada sobre las guías puede determinarse por la siguiente Ec. :

$$M_x = \frac{3 \times F_y \times l}{16} \quad (5.28)$$

Donde

- F_y es la fuerza aplicada a las guías por las guías según el eje Y (986 N);
l es la distancia máxima entre las fijaciones de guías (2 m).

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.28) resulta:

$$M_x = \frac{3 \times 986[N] \times 2[m]}{16} = 370[N.m]$$

Por último, el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto al eje X queda reflejado por la Ec. :

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \quad (5.29)$$

Donde

- M_x es el momento flector respecto al eje X (370 N.m);



W_x es el modulo resistente de la superficie de la sección transversal (en m^3).

Introduciendo los datos en la Ec. (5.29) se tiene:

$$\sigma_x = \frac{370[N.m]}{14,25 \times 10^{-6}[m^3]} = 25,94 [MPa]$$

Evaluación del esfuerzo de pandeo

El cálculo del esfuerzo de pandeo es igual independientemente del caso de distribución de carga que se esté, por lo que su valor continua siendo el mismo.

$$\therefore \sigma_k = 22,2 [MPa]$$

Evaluación y comprobación de los esfuerzos combinados

Los esfuerzos combinados, que son el resultado de la combinación de los esfuerzos de flexión y pandeo a los que están sometidas las guías son calculados mediante las Ec. (5.30), (5.31) y (5.32) y sus resultados no deben sobrepasar el valor del esfuerzo máximo admisible:

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm} \quad (5.30)$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \times M}{A} \leq \sigma_{perm} \quad (5.31)$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \times \sigma_m \leq \sigma_{perm} \quad (5.32)$$

Dónde:

σ_m es el esfuerzo de flexión (en MPa);

σ_x es el esfuerzo de flexión en el eje X (25,94 MPa);

σ_y es el esfuerzo de flexión en el eje Y (123,7 MPa);

σ es el esfuerzo de flexión y compresión (en MPa);

σ_c es el esfuerzo de flexión y pandeo (en MPa);

σ_{perm} es el esfuerzo admisible en funcionamiento de paracaídas (205 MPa);

F_k es la fuerza de pandeo (16554,4 N).



Sustituyendo los distintos valores en las Ec. anteriores se tiene:

$$\sigma_m = 25,94 + 123,7 \text{ [MPa]} = \mathbf{149,6 \text{ [MPa]} \leq 205 \text{ [MPa]}} \quad \textit{Verifica}$$

$$\sigma = 149,6 \text{ [MPa]} + \frac{16554,4 \text{ [N]} + 1 \times 32 \text{ [N]}}{1570 \text{ [mm}^2\text{]}} = \mathbf{160,3 \text{ [MPa]} \leq 205 \text{ [MPa]}} \quad \textit{Verifica}$$

$$\sigma_c = 22,2 \text{ [MPa]} + 0,9 \times 149,6 \text{ [MPa]} = \mathbf{166,4 \text{ [MPa]} \leq 205 \text{ [MPa]}} \quad \textit{Verifica}$$

De esta forma, se comprueba que la guía es capaz de soportar todos y cada uno de los esfuerzos combinados.

Evaluación y comprobación del esfuerzo de torsión de la base

El esfuerzo de torsión aparece como consecuencia de la fuerza ejercida por los apoyos de la cabina sobre la base de las guías, y que para guías de perfil en T viene determinado por la Ec. :

$$\sigma_F = \frac{1,85 \times F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm} \quad (5.33)$$

Dónde:

σ_F es el esfuerzo local de torsión (en MPa);

F_x es la fuerza ejercida por la rozadura sobre la base (3894,65 N);

c es la anchura de la parte de conexión de la base con la cabeza de la guía (170 mm).

Introduciendo los valores en la Ec. (5.33) se obtiene:

$$\sigma_F = \frac{1,85 \times 3894,64 \text{ [N]}}{(170 \text{ [mm]})^2} = \mathbf{0,25 \text{ [MPa]} \leq 205 \text{ [MPa]}} \quad \textit{Verifica}$$

De esta manera, se comprueba que la base de la guía es capaz de aguantar el esfuerzo de torsión al que está sometida.



Para el cálculo de las deflexiones que experimentan las guías como consecuencia de las fuerzas que se ejercen sobre ellas, se utilizan las siguientes Ec. :

$$\delta_x = 0,7 \times \frac{F_x \times l^3}{48 \times E \times I_y} \leq \delta_{perm} \quad (5.34)$$

$$\delta_y = 0,7 \times \frac{F_y \times l^3}{48 \times E \times I_x} \leq \delta_{perm} \quad (5.35)$$

Dónde:

δ_x es la flecha en el eje X (en m);

δ_y es la flecha en el eje Y (en m);

F_x es la fuerza de apoyo ejercida en el eje X (3894,65 N);

F_y es la fuerza de apoyo ejercida en el eje Y (985,7 N);

l es la máxima distancia entre fijaciones de guía (2 m);

E es el módulo de elasticidad del acero (210 GPa, acero estructural);

I_y es el momento de inercia de la sección de la guía en el eje Y (52,4 cm⁴);

I_x es el momento de inercia de la sección de la guía en el eje X (59,52 cm⁴);

δ_{perm} es la flecha admisible, según la Norma EN 81-1 (5 mm para cuando actúa el paracaídas).

Sustituyendo los datos en las Ec. (5.34) y (5.35) resulta:

$$\delta_x = 0,7 \times \frac{3894,65 [N] \times (200[cm])^3}{48 \times 210[GPa] \times 52,4[cm^4]} = 4,13 [mm] \leq 5[mm] \quad \text{Verifica}$$

$$\delta_y = 0,7 \times \frac{985,7 [N] \times (200[cm])^3}{48 \times 210[GPa] \times 59,52[cm^4]} = 0,93[mm] \leq 5 [mm] \quad \text{Verifica}$$



Se comprueba que la deflexión que sufre la guía en ambas direcciones cumple con lo establecido en la Norma EN 81-1 para la situación de funcionamiento de un componente de seguridad.

Utilización normal, funcionamiento

Para la situación de utilización normal de funcionamiento, al igual que para la de funcionamiento de un componente de seguridad, existen dos casos distintos de distribución de carga, Caso 1 y Caso 2.

Caso 1. Distribución de carga respecto al eje X:

Evaluación del esfuerzo de flexión respecto al eje Y

La fuerza aplicada a las guías por las guíaderas de la cabina, según el eje X, debido a la excentricidad de las cargas Q y P respecto al punto de suspensión de la cabina (S), quedan determinadas por la siguiente Ec. :

$$F_X = \frac{k_2 \times g_n \times [Q \times (x_Q - x_S) + P \times (x_P - x_S)]}{n \times h} \quad (5.36)$$

Dónde:

- K_2 es el factor de impacto según Tabla 5.2 (1,2);
- g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);
- Q es la carga nominal (525 kg);
- x_Q es la distancia de la carga nominal respecto al eje Y (0,895 m);
- x_S es la posición del centro de la suspensión (S) respecto al eje Y (0 m);
- P es la masa de la cabina vacía y arcata (600 kg);
- x_P es la posición de la masa de la cabina respecto al eje Y (0,623 m)(*);
- n es el número de guías (2);
- h es la distancia entre guíaderas de cabina (2,9 m).



Introduciendo los datos a la Ec. (5.36) se obtiene:

$$F_x = \frac{1,2 \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times (525 [kg] \times 0,895[m] + 600[kg] \times 0,623[m])}{2 \times 2,9[m]} = 1712,4 [N]$$

El momento flector, respecto al eje Y, debido a la fuerza aplicada sobre las guías viene mostrado por la Ec. :

$$M_y = \frac{3 \times F_x \times l}{16} \quad (5.37)$$

Donde

F_x es la fuerza aplicada a las guías por las guías según el eje X (1712,4 N);

l es la distancia máxima entre las fijaciones de guías (2 m).

Sustituyendo los valores en (5.37) resulta:

$$M_y = \frac{3 \times 1712,4[N] \times 2[m]}{16} = 642,1[N.m]$$

Por último, el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto al eje Y queda determinado por la Ec. :

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} \quad (5.38)$$

Donde

M_y es el momento flector respecto al eje Y (642,1 N.m);

W_y es el modulo resistente de la superficie de la sección transversal ($11,8 \cdot 10^{-6} m^3$).

Introduciendo los datos en la Ec. (5.38) se tiene:

$$\sigma_y = \frac{642,1[N.m]}{11,8 \times 10^{-6}[m^3]} = 54,42 [MPa]$$



Evaluación del esfuerzo de flexión respecto al eje X

La fuerza aplicada a las guías por las guideras de la cabina, según el eje Y, debido a la excentricidad de las cargas Q y P respecto al punto de suspensión de la cabina (S), queda determinada por la fórmula:

$$F_y = \frac{k_2 \times g_n \times [Q \times (y_Q - y_S) + P \times (y_P - y_S)]}{\frac{n}{2} \times h} \quad (5.39)$$

Dónde:

- K_2 es el factor de impacto según Tabla 5.2 (1,2);
- g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);
- Q es la carga nominal (525 Kg);
- y_Q es la distancia de la carga nominal respecto al eje X (0 m);
- y_S es la posición del centro de la suspensión (S) respecto al eje X (0 m);
- P es la masa de la cabina vacía y arcata (600 kg);
- y_P es la posición de la masa de la cabina respecto al eje X (0 m^(*));
- n es el número de guías (2);
- h es la distancia entre guideras de cabina (2,9 m).

Introduciendo los datos en la Ec. (5.39) se obtiene:

$$F_y = 0 [N]$$

El momento flector, respecto al eje Y, debido a la fuerza aplicada sobre las guías puede ser determinado por la siguiente Ec. :

$$M_x = \frac{3 \times F_y \times l}{16} \quad (5.40)$$



Dónde:

F_y es la fuerza aplicada a las guías por las guideras según el eje Y (0 N);

l es la distancia máxima entre las fijaciones de guías (2 m).

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.40) resulta:

$$M_x = 0 [N.m]$$

Por último, el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto al eje X queda reflejado por la Ec. :

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \quad (5.41)$$

Dónde:

M_x es el momento flector respecto al eje X (0 N.m);

W_x es el modulo resistente de la superficie de la sección transversal (en m^3).

Introduciendo los datos en la Ec. (5.41) se tiene:

$$\sigma_x = 0 [MPa]$$

Evaluación del esfuerzo de pandeo

Para esta situación de funcionamiento no existe ningún esfuerzo de pandeo, ya que no se produce la actuación del paracaídas que es el causante de que aparezca una fuerza de frenado sobre las guías, y por tanto, de una fuerza de compresión.

Evaluación y comprobación de los esfuerzos combinados

Los esfuerzos combinados, que son el resultado de la combinación de los esfuerzos de flexión y pandeo a los que están sometidas las guías, vienen determinados por las Ec. (5.42) y (5.43) y sus resultados no deben sobrepasar el valor del esfuerzo máximo admisible:

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm} \quad (5.42)$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \times M}{A} \leq \sigma_{perm} \quad (5.43)$$



Dónde:

- σ_m es el esfuerzo de flexión (en MPa);
- σ_x es el esfuerzo de flexión en el eje X (0 MPa);
- σ_y es el esfuerzo de flexión en el eje Y (54,42 MPa);
- σ es el esfuerzo de flexión y compresión (en MPa);
- σ_{perm} es el esfuerzo admisible de carga en uso normal (165 MPa);

Sustituyendo los distintos valores en las Ec. (5.42) y (5.43) se tiene:

$$\sigma_m = 0 + 54,4 \text{ [MPa]} = 54,4 \text{ [MPa]} \leq 165 \text{ [MPa]} \quad \text{Verifica}$$

$$\sigma = 54,4 \text{ [MPa]} + \frac{1 \times 32 \text{ [N]}}{1570 \text{ [mm}^2]} \cong 54,4 \text{ [MPa]} \leq 165 \text{ [MPa]} \quad \text{Verifica}$$

De esta forma, se comprueba que la guía es capaz de soportar todos y cada uno de los esfuerzos combinados.

Evaluación y comprobación del esfuerzo de torsión de la base

El esfuerzo de torsión aparece como consecuencia de la fuerza ejercida por los apoyos de la cabina sobre la base de las guías, y que para guías de perfil en T viene determinado por la Ec. :

$$\sigma_F = \frac{1,85 \times F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm} \quad (5.44)$$

Dónde:

- σ_F es el esfuerzo local de torsión (en MPa);
- F_x es la fuerza ejercida por la rozadura sobre la base (1712,4 N);
- c es la anchura de la parte de conexión de la base con la cabeza de la guía (170 mm).



Introduciendo los valores en la Ec. (5.44) se obtiene:

$$\sigma_F = \frac{1,85 \times 1712,4 [N]}{(170[mm])^2} = 0,11[MPa] \leq 165[MPa] \quad \text{Verifica}$$

De esta manera, se comprueba que la base de la guía es capaz de aguantar el esfuerzo de torsión al que está sometida.

Evaluación y comprobación de las flechas

Para el cálculo de las deflexiones que experimentan las guías como consecuencia de las fuerzas que se ejercen sobre ellas, se utilizan las siguientes Ec. :

$$\delta_x = 0,7 \times \frac{F_x \times l^3}{48 \times E \times I_y} \leq \delta_{perm} \quad (5.45)$$

$$\delta_y = 0,7 \times \frac{F_y \times l^3}{48 \times E \times I_x} \leq \delta_{perm} \quad (5.46)$$

Dónde:

δ_x es la flecha en el eje X (en m);

δ_y es la flecha en el eje Y (en m);

F_x es la fuerza de apoyo ejercida en el eje X (1712,4 N);

F_y es la fuerza de apoyo ejercida en el eje Y (0 N);

l es la máxima distancia entre fijaciones de guía (2 m);

E es el módulo de elasticidad del acero (210 GPa, acero estructural);

I_y es el momento de inercia de la sección de la guía en el eje Y (52,4 cm⁴);

I_x es el momento de inercia de la sección de la guía en el eje X (59,52 cm⁴);

δ_{perm} es la flecha admisible, según la Norma EN 81-1 (10 mm funcionamiento normal).



Sustituyendo los datos en las Ec. (5.45) y (5.46) resulta:

$$\delta_x = 0,7 \times \frac{1712,4 [N] \times (200[cm])^3}{48 \times 210[GPa] \times 52,4[cm^4]} = 1,82 [mm] \leq 10[mm] \quad \text{Verifica}$$

$$\delta_y = 0,7 \times \frac{0 [N] \times (200[cm])^3}{48 \times 210[GPa] \times 59,52[cm^4]} = 0[mm] \leq 10 [mm] \quad \text{Verifica}$$

Se comprueba que la deflexión que sufre la guía en ambas direcciones cumple con lo establecido en la Norma EN 81-1 para la situación de funcionamiento de un componente de seguridad.

Caso 2. Distribución de carga respecto al eje Y:

Evaluación del esfuerzo de flexión respecto al eje Y

La fuerza aplicada a las guías por las guideras de la cabina, según el eje X, debido a la excentricidad de las cargas Q y P respecto al punto de suspensión de la cabina (S), quedan determinadas por la Ec. :

$$F_x = \frac{k_2 \times g_n \times [Q \times (x_Q - x_S) + P \times (x_P - x_S)]}{n \times h} \quad (5.47)$$

Dónde:

K_2 es el factor de impacto según Tabla 5.2 (1,2);

g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);

Q es la carga nominal (525 kg);

x_Q es la distancia de la carga nominal respecto al eje Y (0,75 m);

P es la masa de la cabina vacía y arcata (600 kg);

x_S es la posición del centro de la suspensión (S) respecto al eje Y (0 m);

x_P es la posición de la masa de la cabina respecto al eje Y (0,623 m)(*);



n es el número de guías (2);

h es la distancia entre guías de cabina (2,9 m).

Introduciendo los datos a la Ec. (5.47) se obtiene:

$$F_x = \frac{1,2 \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times (525 [kg] \times 0,75[m] + 600[kg] \times 0,623[m])}{2 \times 2,9[m]} = 1557,9 [N]$$

El momento flector, respecto al eje Y, debido a la fuerza aplicada sobre las guías se determina por la siguiente Ec. :

$$M_y = \frac{3 \times F_x \times l}{16} \quad (5.48)$$

Donde

F_x es la fuerza aplicada a las guías por las guías segun el eje X (1557,9 N);

l es la distancia máxima entre las fijaciones de guías (2 m).

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.48) resulta:

$$M_y = \frac{3 \times 1557,9[N] \times 2[m]}{16} = 584,2 [N.m]$$

Por último, el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto al eje Y queda reflejado por la Ec. :

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} \quad (5.49)$$

Donde

M_y es el momento flector respecto al eje Y (584,2 N.m);

W_y es el modulo resistente de la superficie de la sección transversal (11,8.10⁻⁶ m³).



Introduciendo los datos en la Ec. (5.49) se tiene:

$$\sigma_y = \frac{584,2[N \cdot m]}{11,8 \times 10^{-6}[m^3]} = 49,5 [MPa]$$

Evaluación del esfuerzo de flexión respecto al eje X

La fuerza aplicada a las guías por las guideras de la cabina, según el eje Y, debido a la excentricidad de las cargas Q y P respecto al punto de suspensión de la cabina (S), quedan determinadas por la Ec. :

$$F_y = \frac{k_2 \times g_n \times [Q \times (y_Q - y_S) + P \times (y_P - y_S)]}{\frac{n}{2} \times h} \quad (5.50)$$

Dónde:

- K_2 es el factor de impacto según Tabla 5.2 (1,2);
- g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);
- Q es la carga nominal (525 Kg);
- y_Q es la distancia de la carga nominal respecto al eje X (0,185 m);
- y_S es la posición del centro de la suspensión (S) respecto al eje X (0 m);
- P es la masa de la cabina vacía y arcata (600 kg);
- y_P es la posición de la masa de la cabina respecto al eje X (0 m)(*);
- n es el número de guías (2);
- h es la distancia entre guideras de cabina (2,9 m).

Introduciendo los datos a la Ec. (5.50) se obtiene:

$$F_y = \frac{1,2 \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times (525 [kg] \times 0,185[m] + 600[kg] \times 0[m])}{\frac{2}{2} \times 2,9[m]} = 394,3 [N]$$



El momento flector, respecto al eje X, debido a la fuerza aplicada sobre las guías se da por la siguiente Ec. :

$$M_x = \frac{3 \times F_y \times l}{16} \quad (5.51)$$

Donde

F_y es la fuerza aplicada a las guías por las guíaderas según el eje Y (394,3 N);

l es la distancia máxima entre las fijaciones de guías (2 m).

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.51) resulta:

$$M_x = \frac{3 \times 394,3[N] \times 2[m]}{16} = 147,9[N.m]$$

Por último, el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto al eje X queda reflejado por la Ec. :

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \quad (5.52)$$

Donde

M_x es el momento flector respecto al eje X (147,9 N.m);

W_x es el modulo resistente de la superficie de la sección transversal ($14,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$).

Introduciendo los datos en la Ec. (5.52) se tiene:

$$\sigma_x = \frac{147,9[N.m]}{14,25 \times 10^{-6}[m^3]} = 10,37 [MPa]$$

Evaluación del esfuerzo de pandeo

Para esta situación de funcionamiento no existe ningún esfuerzo de pandeo, ya que no se produce la actuación del paracaídas que es el causante de que aparezca una fuerza de frenado sobre las guías, y por tanto, de una fuerza de compresión.



Evaluación y comprobación de los esfuerzos combinados

Los esfuerzos combinados, que son el resultado de la combinación de los esfuerzos de flexión y pandeo a los que están sometidas las guías son calculados mediante las Ec. (5.53) y (5.54) y sus resultados no deben sobrepasar el valor del esfuerzo máximo admisible:

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm} \quad (5.53)$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \times M}{A} \leq \sigma_{perm} \quad (5.54)$$

Dónde:

- σ_m es el esfuerzo de flexión (en MPa);
- σ_x es el esfuerzo de flexión en el eje X (10,3 MPa);
- σ_y es el esfuerzo de flexión en el eje Y (49,5 MPa);
- σ es el esfuerzo de flexión y compresión (en MPa);
- σ_{perm} es el esfuerzo admisible de carga en uso normal (165 MPa).

Sustituyendo los distintos valores en las Ec. se tiene:

$$\sigma_m = 10,3[\text{MPa}] + 49,5 [\text{MPa}] = 59,8 [\text{MPa}] \leq 165[\text{MPa}] \quad \text{Verifica}$$

$$\sigma = 59,8 [\text{MPa}] + \frac{1 \times 32 [N]}{1570 [mm^2]} \cong 60 [\text{MPa}] \leq 165 [\text{MPa}] \quad \text{Verifica}$$

De esta forma, se comprueba que la guía es capaz de soportar todos y cada uno de los esfuerzos combinados.

Evaluación y comprobación del esfuerzo de torsión de la base

El esfuerzo de torsión aparece como consecuencia de la fuerza ejercida por los apoyos de la cabina sobre la base de las guías, y que para guías de perfil en T viene determinado por la Ec. :



$$\sigma_F = \frac{1,85 \times F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm} \quad (5.55)$$

Dónde:

σ_F es el esfuerzo local de torsión (en MPa);

F_x es la fuerza ejercida por la rozadura sobre la base (1557,9 N);

c es la anchura de la parte de conexión de la base con la cabeza de la guía (170 mm).

Introduciendo los valores en la Ec. (5.55) se obtiene:

$$\sigma_F = \frac{1,85 \times 1557,9[N]}{(170[mm])^2} = 0,1[MPa] \leq 165[MPa] \quad \text{Verifica}$$

De esta manera, se comprueba que la base de la guía es capaz de aguantar el esfuerzo de torsión al que está sometida.

Evaluación y comprobación de las flechas

Para el cálculo de las deflexiones que experimentan las guías como consecuencia de las fuerzas que se ejercen sobre ellas, se utilizan las siguientes Ec. :

$$\delta_x = 0,7 \times \frac{F_x \times l^3}{48 \times E \times I_y} \leq \delta_{perm} \quad (5.56)$$

$$\delta_y = 0,7 \times \frac{F_y \times l^3}{48 \times E \times I_x} \leq \delta_{perm} \quad (5.57)$$

Dónde:

δ_x es la flecha en el eje X (en m);

δ_y es la flecha en el eje Y (en m);

F_x es la fuerza de apoyo ejercida en el eje X (1557,9 N);

F_y es la fuerza de apoyo ejercida en el eje Y (394,3 N);

l es la máxima distancia entre fijaciones de guía (2 m);



- E es el módulo de elasticidad del acero (210 GPa, acero estructural);
- I_y es el momento de inercia de la sección de la guía en el eje Y (52,4 cm⁴);
- I_x es el momento de inercia de la sección de la guía en el eje X (59,52 cm⁴);
- δ_{perm} es la flecha admisible, según la Norma EN 81-1 (10 mm funcionamiento normal).

Sustituyendo los datos en las Ec. (5.56) y (5.57) resulta:

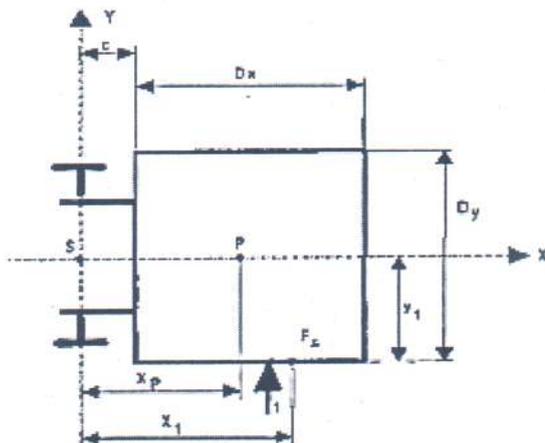
$$\delta_x = 0,7 \times \frac{1557,9 [N] \times (200[cm])^3}{48 \times 210[GPa] \times 52,4[cm^4]} = 1,65 [mm] \leq 10[mm] \quad \text{Verifica}$$

$$\delta_y = 0,7 \times \frac{394,3 [N] \times (200[cm])^3}{48 \times 210[GPa] \times 59,52[cm^4]} = 0,37[mm] \leq 10 [mm] \quad \text{Verifica}$$

Se comprueba que la deflexión que sufre la guía en ambas direcciones cumple con lo establecido en la Norma EN 81-1 para la situación de funcionamiento de un componente de seguridad.

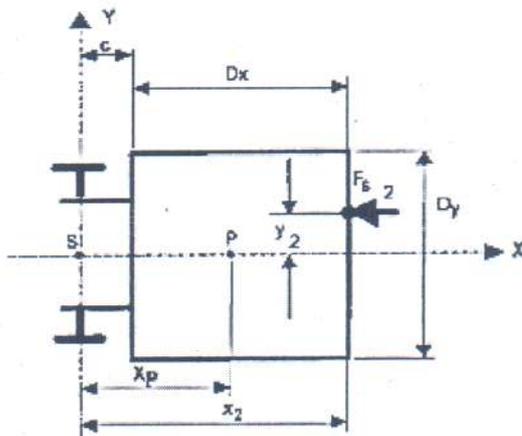


Para el cálculo de los esfuerzos durante la carga, a diferencia del análisis de los casos anteriores, se tomara en cuenta el ingreso de la cabina. Por lo tanto se tomara la disposición de la Figura 5.3.a, que es la que corresponde a nuestro caso:



$x_p > 0$	$y_p = 0$
$x_1 > 0$	$y_1 = \frac{D_y}{2}$

Figura 5.3.a



$x_p > 0$	$y_p = 0$
$x_2 > c + D_x$	$y_2 > 0$

Figura 5.3.b

Evaluación del esfuerzo de flexión respecto al eje Y

La fuerza aplicada a las guías por las guideras de la cabina, según el eje X, debido a la excentricidad de las cargas Q y P respecto al punto de suspensión de la cabina (S), quedan determinadas por la Ec. :



$$F_x = \frac{g_n \times P \times x_p + F_s \times x_i}{n \times h} \quad (5.58)$$

Dónde:

- g_n es la aceleración normal de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$);
- x_i es la posición de la puerta de la cabina respecto al eje Y ($0,85 \text{ m}^{(*)}$);
- P es la masa de la cabina vacía y arcata (600 kg);
- x_p es la posición de la masa de la cabina respecto al eje Y ($0,623 \text{ m}^{(*)}$);
- F_s es la fuerza aplicada en la pisadera (2060 N);
- n es el número de guías (2);
- h es la distancia entre guías de cabina ($2,9 \text{ m}$).

Por ser el valor de la carga nominal menor a 2500 kg , la fuerza aplicada a la pisadera será:

$$F_s = 0,4 \times g_n \times Q$$
$$F_s = 0,4 \times 9,81 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] \times 525[\text{kg}] \cong 2060[\text{N}]$$

Introduciendo los datos a la Ec. (5.58) se obtiene:

$$F_x = \frac{9,81 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] \times 600[\text{kg}] \times 0,623[\text{m}] + 2060[\text{N}] \times 0,85[\text{m}]}{2 \times 2,9[\text{m}]} = 934,13 [\text{N}]$$

El momento flector, respecto al eje Y, debido a la fuerza aplicada sobre las guías se determina con la siguiente Ec. :

$$M_y = \frac{3 \times F_x \times l}{16} \quad (5.59)$$



Dónde:

F_x es la fuerza aplicada a las guías por las guideras según el eje X (934,13 N);

l es la distancia máxima entre las fijaciones de guías (2 m).

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.59) resulta:

$$M_y = \frac{3 \times 934,13[N] \times 2[m]}{16} = 350,3[N.m]$$

Por último, el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto al eje Y queda reflejado por la Ec. :

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} \quad (5.60)$$

Donde

M_y es el momento flector respecto al eje Y (350,3 N.m);

W_y es el modulo resistente de la superficie de la sección transversal ($11,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$).

Introduciendo los datos en la Ec. (5.60) se tiene:

$$\sigma_y = \frac{350,3[N.m]}{11,8 \times 10^{-6}[m^3]} = 29,7 [MPa]$$

Evaluación del esfuerzo de flexión respecto al eje X

La fuerza aplicada a las guías por las guideras de la cabina, según el eje Y, debido a la excentricidad de las cargas Q y P respecto al punto de suspensión de la cabina (S), quedan determinadas por la Ec. :

$$F_y = \frac{F_s \times y_i}{\frac{n}{2} \times h} \quad (5.61)$$

Dónde:

y_i es la posición de la puerta de la cabina respecto al eje X ($0,837 \text{ m}^{(*)}$);



F_s es la fuerza aplicada en la pisadera (2060 N);

n es el número de guías (2);

h es la distancia entre guías de cabina (2,9 m).

Introduciendo los datos a la Ec. (5.61) se obtiene:

$$F_y = \frac{2060[N] \times 0,837[m]}{\frac{2}{2} \times 2,9[m]} = 594,6 [N]$$

El momento flector, respecto al eje X, debido a la fuerza aplicada sobre las guías se determina por la siguiente Ec. :

$$M_x = \frac{3 \times F_y \times l}{16} \quad (5.62)$$

Dónde:

F_y es la fuerza aplicada a las guías por las guías segun el eje Y (594,6 N);

l es la distancia máxima entre las fijaciones de guías (2 m).

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.62) resulta:

$$M_x = \frac{3 \times 594,6[N] \times 2[m]}{16} = 223[N.m]$$

Por último, el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto al eje X queda reflejado por la Ec. :

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \quad (5.63)$$

Dónde:

M_x es el momento flector respecto al eje X (223 N.m);

W_x es el modulo resistente de la superficie de la sección transversal ($14,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$).



Introduciendo los datos en la Ec. (5.63) se tiene:

$$\sigma_x = \frac{223[N.m]}{14,25 \times 10^{-6}[m^3]} = 15,7 [MPa]$$

Evaluación del esfuerzo de pandeo

Para esta situación de funcionamiento no existe ningún esfuerzo de **pandeo**, ya que no se produce la actuación del paracaídas que es el causante de que aparezca una fuerza de frenado sobre las guías, y por tanto, de una fuerza de compresión.

Evaluación y comprobación de los esfuerzos combinados

Los esfuerzos combinados, que son el resultado de la combinación de los esfuerzos de flexión y pandeo a los que están sometidas las guías son calculados mediante las Ec. (5.64) y (5.65) y sus resultados no deben sobrepasar el valor del **esfuerzo** máximo admisible:

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm} \quad (5.64)$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \times M}{A} \leq \sigma_{perm} \quad (5.65)$$

Dónde:

- σ_m es el esfuerzo de flexión (en MPa);
- σ_x es el esfuerzo de flexión en el eje X (15,7 MPa);
- σ_y es el esfuerzo de flexión en el eje Y (29,7 MPa);
- σ es el esfuerzo de flexión y compresión (en MPa);
- σ_{perm} es el esfuerzo admisible de carga en uso normal (165 MPa).

Sustituyendo los distintos valores en las Ec. se tiene:

$$\sigma_m = 15,7[MPa] + 29,7 [MPa] = 45,4 [MPa] \leq 165[MPa]$$

Verifica



$$\sigma = 45,4 \text{ [MPa]} + \frac{1 \times 32 \text{ [N]}}{1570 \text{ [mm}^2\text{]}} = 45,4 \text{ [MPa]} \leq 165 \text{ [MPa]} \quad \text{Verifica}$$

De esta forma, se comprueba que la guía es capaz de soportar todos y cada uno de los esfuerzos combinados.

Evaluación y comprobación del esfuerzo de torsión de la base

El esfuerzo de torsión aparece como consecuencia de la fuerza ejercida por los apoyos de la cabina sobre la base de las guías, y que para guías de perfil en T viene determinado por la Ec. :

$$\sigma_F = \frac{1,85 \times F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm} \quad (5.66)$$

Dónde:

σ_F es el esfuerzo local de torsión (en MPa);

F_x es la fuerza ejercida por la rozadura sobre la base (934,13 N);

c es la anchura de la parte de conexión de la base con la cabeza de la guía (170 mm).

Introduciendo los valores en la Ec. (5.66) se obtiene:

$$\sigma_F = \frac{1,85 \times 934,13 \text{ [N]}}{(170 \text{ [mm]})^2} = 0,06 \text{ [MPa]} \leq 165 \text{ [MPa]} \quad \text{Verifica}$$

De esta manera, se comprueba que la base de la guía es capaz de aguantar el esfuerzo de torsión al que está sometida.

Evaluación y comprobación de las flechas

Para el cálculo de las deflexiones que experimentan las guías como consecuencia de las fuerzas que se ejercen sobre ellas, se utilizan las siguientes Ec. :

$$\delta_x = 0,7 \times \frac{F_x \times l^3}{48 \times E \times I_y} \leq \delta_{perm} \quad (5.67)$$



$$\delta_y = 0,7 \times \frac{F_y \times l^3}{48 \times E \times I_x} \leq \delta_{perm} \quad (5.68)$$

Dónde:

- δ_x es la flecha en el eje X (en m);
 δ_y es la flecha en el eje Y (en m);
 F_x es la fuerza de apoyo ejercida en el eje X (934,13 N);
 F_y es la fuerza de apoyo ejercida en el eje Y (594,16 N);
 l es la máxima distancia entre fijaciones de guía (2 m);
 E es el módulo de elasticidad del acero (210 GPa, acero estructural);
 I_y es el momento de inercia de la sección de la guía en el eje Y (52,4 cm⁴);
 I_x es el momento de inercia de la sección de la guía en el eje X (59,52 cm⁴);
 δ_{perm} es la flecha admisible, según la Norma EN 81-1 (10 mm funcionamiento normal).

Sustituyendo los datos en las Ec. (5.67) y (5.68) resulta:

$$\delta_x = 0,7 \times \frac{934,13 [N] \times (200[cm])^3}{48 \times 210[GPa] \times 52,4[cm^4]} \cong 1[mm] \leq 10[mm] \quad \text{Verifica}$$

$$\delta_y = 0,7 \times \frac{594,16 [N] \times (200[cm])^3}{48 \times 210[GPa] \times 59,52[cm^4]} = 0,55[mm] \leq 10 [mm] \quad \text{Verifica}$$

Se comprueba que la deflexión que sufre la guía en ambas direcciones cumple con lo establecido en la Norma EN 81-1 para la situación de funcionamiento de un componente de seguridad.

Por tanto en vista de que las comprobaciones realizadas para cada una de las tres situaciones de funcionamiento de la cabina han resultado correctas, se puede concluir que la guía seleccionada, T89/B, es la idónea para la configuración de cabina descrita durante la



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ejecución de los cálculos, ya que cumple todos los requisitos establecidos por la Norma EN 81-1.

5.3.2 Guías del contrapeso

Las guías seleccionadas para el contrapeso, como ya se ha comentado, son del mismo tipo que las de la cabina (guías cepilladas), ya que la velocidad con la que se desplaza el contrapeso es igual a la de la cabina.

Aunque en la Norma EN 81-1 no aparece explícitamente el caso de resolución de un contrapeso, se dan algunas indicaciones de cómo llevarlo a cabo.

En primer lugar, la Norma establece que cuando existan espacios accesibles que estén situados debajo de la trayectoria del contrapeso éste debe ir provisto de un paracaídas, y además añade en una nota, que los huecos de ascensor no deberían situarse por encima de un espacio accesible a personas, por lo que se ha supuesto que el ascensor se sitúa en un lugar debajo del cual no puedan acceder personas, despreciándose la instalación de paracaídas en el contrapeso.

De esta forma, las situaciones para las que se van a calcular las guías del contrapeso, en comparación con las de la cabina, se reducen únicamente al funcionamiento normal del mismo, ya que no existen dispositivos paracaídas ni se realizan acciones de carga y descarga, evaluándose para este caso los esfuerzos de flexión, combinados, la torsión de la base y las flechas.

Funcionamiento normal

La norma EN 81-1 establece que las fuerzas de guiado del contrapeso (F_x y F_y) deben evaluarse tomando en consideración el punto de aplicación de la masa, la suspensión y las fuerzas debidas a los cables o cadenas de compensación.

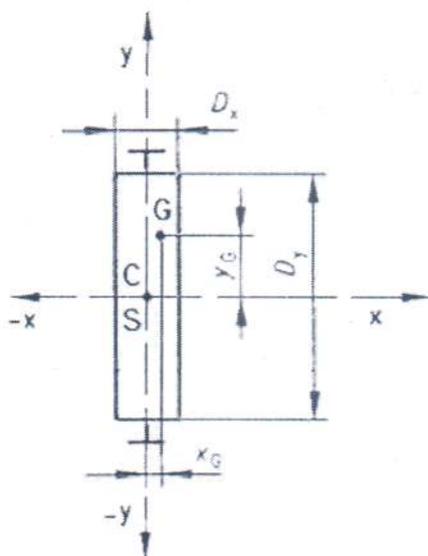


FIGURA 5.4 Esquema acotado de un contrapeso.

Suponiendo que el guiado y suspendido del contrapeso es por el centro, la Norma 81-1 indica que debe tomarse en consideración una excentricidad del punto de aplicación de la masa (G) respecto al centro de gravedad del área de la sección horizontal del contrapeso de por lo menos un 5% de anchura y un 10% de fondo (Figura 5.4), quedando determinada por las Ec. :

$$x_G = 0,1 \times D_x \quad (5.69)$$

$$y_G = 0,05 \times D_y \quad (5.70)$$

Dónde:

D_x es la profundidad del contrapeso según el eje X (0,115 m);

D_y es la anchura del contrapeso según el eje Y (0,54 m).

Sustituyendo los valores en (5.21) y (5.22) se obtiene:

$$x_G = 0,1 \times 0,115 [m] = 11,5 \times 10^{-3} [m]$$

$$y_G = 0,05 \times 0,54 [m] = 27 \times 10^{-3} [m]$$



En cuanto a las fuerzas debidas a los cables o cadenas de compensación, como ya se ha comentado en el cálculo de las guías de la cabina, no se tiene en cuenta porque no se emplean.

Evaluación del esfuerzo de flexión respecto al eje Y

La fuerza aplicada a las guías por las guiaderas del contrapeso, según el eje X, debido a la excentricidad de la carga G, queda determinada por la Ec. :

$$F_x = \frac{g_n \times (G \times x_G)}{n \times h} \quad (5.71)$$

Dónde:

- g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);
- G es la masa del contrapeso (862,5 kg);
- x_G es la distancia de la masa del contrapeso respecto al eje Y (11,5.10⁻³ m);
- n es el número de guías (2);
- h es la distancia entre guiadoras de contrapeso (2,4 m^(*)).

La distancia entre guiadoras de contrapeso se determinó en función de las dimensiones de un contrapeso de 862,5 Kg, con ladrillos de concreto con hierro.

Introduciendo todos los datos en la Ec. (5.71) se obtiene:

$$F_x = \frac{9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times (862,5 [kg] \times 11,5 \times 10^{-3} [m])}{2 \times 2,4 [m]} = 20,27 [N]$$

El momento flector, respecto al eje Y, debido a la fuerza aplicada sobre las guías se determina por la Ec. :

$$M_y = \frac{3 \times k_3 \times F_x \times l}{16} \quad (5.72)$$

Donde

- K_3 es el factor de impacto según Tabla 5.2 (1,2);
- F_x es la fuerza aplicada a las guías por las guiaderas según el eje X (20,27 N);



l es la distancia máxima entre las fijaciones de guías (2 m).

La variable F_x va multiplicada por el factor de impacto k_3 , ya que según la Norma EN 81-1 las fuerzas aplicadas a las guías del contrapeso deben estar operadas por ese factor para tomar en consideración el posible rebote del contrapeso cuando la cabina es detenida con una desaceleración mayor a $1 g_n$, hecho que ocurre al tener instalado en la cabina un paracaídas de tipo no progresivo para el que la Norma indica que la desaceleración media debe estar comprendida entre $0,2 g_n$ y $1 g_n$. Por tanto, al haberse seleccionado un paracaídas instantáneo la desaceleración de la cabina será mayor a $1 g_n$ debido a que estos paracaídas detienen la cabina con una mayor brusquedad.

Finalmente, se decide optar por un valor del factor de impacto k_3 del contrapeso igual a 1,2 de manera de ser conservadores.

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.72) resulta:

$$M_y = \frac{3 \times 1,2 \times 20,27[N] \times 2[m]}{16} = 9,2 [N.m]$$

Por último, el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto al eje Y queda reflejado por la Ec. :

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} \quad (5.73)$$

Donde

M_y es el momento flector respecto al eje Y (9,2 N.m);

W_y es el modulo resistente de la superficie de la sección transversal ($5,35 \cdot 10^{-6} m^3$).

Para obtener el valor del módulo resistente, se tuvo en consideración las dimensiones de guías de proyectos de ascensores similares pero de distinta configuración. Para ello partimos de una guía para el contrapeso T70 1/A del fabricante Saveria, lo cual nos da un valor modulo resistente en Y de $5,35 \cdot 10^{-6} [m^3]$.

Introduciendo los datos en la Ec. (5.73) se tiene:

$$\sigma_y = \frac{9,2[N.m]}{5,35 \times 10^{-6}[m^3]} = 1,72 [MPa]$$



Evaluación del esfuerzo de flexión respecto al eje X

La fuerza aplicada a las guías por las guideras de la cabina, según el eje Y, debido a la excentricidad de las cargas Q y P, quedan determinadas por la Ec. :

$$F_y = \frac{g_n \times (G \times y_G)}{\frac{n}{2} \times h} \quad (5.74)$$

Dónde:

- g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);
- G es la masa del contrapeso (862,5 Kg);
- y_G es la distancia de la masa del contrapeso respecto al eje X (0,027 m);
- n es el número de guías (2);
- h es la distancia entre guideras de cabina (2,4 m).

Introduciendo los datos a la Ec. (5.74) se obtiene:

$$F_y = \frac{9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times (862,5 [kg] \times 0,027 [m])}{\frac{2}{2} \times 2,4 [m]} = 95,2 [N]$$

El momento flector, respecto al eje X, debido a la fuerza aplicada sobre las guías se determina por la Ec. :

$$M_x = \frac{3 \times k_3 \times F_y \times l}{16} \quad (5.75)$$

Dónde:

- K_3 es el factor de impacto según Tabla 5.2 (1,2);
- F_y es la fuerza aplicada a las guías por las guideras según el eje Y (95,2 N);
- l es la distancia máxima entre las fijaciones de guías (2 m).



Sustituyendo los valores en la Ec. (5.75) resulta:

$$M_x = \frac{3 \times 1,2 \times 95,2[N] \times 2[m]}{16} = 42,84[N.m]$$

Por último, el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto al eje X queda reflejado por la Ec. :

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \quad (5.76)$$

Dónde:

M_x es el momento flector respecto al eje X (42,84 N.m);

W_x es el modulo resistente de la superficie de la sección transversal ($9,24 \cdot 10^{-6} m^3$).

Para obtener el valor del módulo resistente, se tuvo en consideración las dimensiones de guías de proyectos de ascensores similares pero de distinta configuración. Para ello partimos de una guía para el contrapeso T70 1/A del fabricante Saveria, lo cual nos da un valor modulo resistente en X de $9,24 \cdot 10^{-6} [m^3]$.

Introduciendo los datos en la Ec. (5.76) se tiene:

$$\sigma_x = \frac{42,84[N.m]}{9,24 \times 10^{-6}[m^3]} = 4,64 [MPa]$$

Evaluación y comprobación de los esfuerzos combinados

Los esfuerzos combinados, que son el resultado de la combinación de los esfuerzos de flexión y pandeo a los que están sometidas las guías son calculados mediante las Ec. (5.77), (5.78) y (5.79) y sus resultados no deben sobrepasar el valor del esfuerzo máximo admisible:

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm} \quad (5.77)$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \times M}{A} \leq \sigma_{perm} \quad (5.78)$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \times \sigma_m \leq \sigma_{perm} \quad (5.79)$$



Dónde:

- σ_m es el esfuerzo de flexión (en MPa);
 M es la fuerza en la guía debida al peso de equipos auxiliares ($0 \text{ N}^{(*)}$);
 σ_x es el esfuerzo de flexión en el eje X (4,64 MPa);
 σ_y es el esfuerzo de flexión en el eje Y (1,72 MPa);
 σ es el esfuerzo de flexión y compresión (en MPa);
 σ_c es el esfuerzo de flexión y pandeo (en MPa);
 F_k es la fuerza de pandeo (en N);
 σ_{perm} es el esfuerzo admisible de carga en uso normal (165 MPa).

Donde M resulta igual a cero ya que sobre las guías del contrapeso no se dispone de equipos auxiliares.

Por otra parte, solo se calculara el esfuerzo a la flexión, ya que no hay esfuerzos de pandeo sobre las guías del contrapeso.

Para obtener el valor del área transversal, se tuvo en consideración las dimensiones de guías de proyectos de ascensores similares pero de distinta configuración. Para ello partimos de una guía para el contrapeso T70 1/A del fabricante Savera, lo cual nos da un valor área transversal de $9,51 \cdot 10^{-4} \text{ [m}^2\text{]}$.

Sustituyendo los distintos valores en la Ec.(5.77) se tiene:

$$\sigma_m = 4,64[\text{MPa}] + 1,72 [\text{MPa}] = 6,46 [\text{MPa}] \leq 165[\text{MPa}] \quad \text{Verifica}$$

De esta forma, se comprueba que la guía es capaz de soportar todos y cada uno de los esfuerzos combinados.

Evaluación y comprobación del esfuerzo de torsión de la base

El esfuerzo de torsión aparece como consecuencia de la fuerza ejercida por los apoyos de la cabina sobre la base de las guías, y que para guías de perfil en T viene determinado por la Ec. :



$$\sigma_F = \frac{1,85 \times k_3 \times F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm} \quad (5.80)$$

Dónde:

σ_F es el esfuerzo local de torsión (en MPa);

F_x es la fuerza ejercida por la rozadura sobre la base (20,27 N);

c es la anchura de la parte de conexión de la base con la cabeza de la guía (170 mm).

Introduciendo los valores en la Ec. (5.80) se obtiene:

$$\sigma_F = \frac{1,85 \times 1 \times 20,27[N]}{(170[mm])^2} = 0,13[MPa] \leq 165[MPa] \quad \text{Verifica}$$

De esta manera, se comprueba que la base de la guía es capaz de aguantar el esfuerzo de torsión al que está sometida.

Evaluación y comprobación de las flechas

Para el cálculo de las deflexiones que experimentan las guías como consecuencia de las fuerzas que se ejercen sobre ellas, se utilizan las siguientes Ec. :

$$\delta_x = 0,7 \times \frac{k_3 \times F_x \times l^3}{48 \times E \times I_y} \leq \delta_{perm} \quad (5.81)$$

$$\delta_y = 0,7 \times \frac{k_3 \times F_y \times l^3}{48 \times E \times I_x} \leq \delta_{perm} \quad (5.82)$$

Dónde:

δ_x es la flecha en el eje X (en m);

δ_y es la flecha en el eje Y (en m);

F_x es la fuerza de apoyo ejercida en el eje X (20,27 N);

F_y es la fuerza de apoyo ejercida en el eje Y (95,2 N);

l es la máxima distancia entre fijaciones de guía (2 m);



- E es el módulo de elasticidad del acero (210 GPa, acero estructural);
- I_y es el momento de inercia de la sección de la guía en el eje Y (18,65 cm⁴);
- I_x es el momento de inercia de la sección de la guía en el eje X (41,3 cm⁴);
- δ_{perm} es la flecha admisible, según la Norma EN 81-1 (10 mm funcionamiento normal).

Para obtener los valores de los momentos de inercia de la guía en el eje X y en el eje Y, se tuvo en consideración las dimensiones de guías de proyectos de ascensores similares pero de distinta configuración. Para ello partimos de una guía para un contrapeso T70 1/A del fabricante Savera, lo cual nos da un valor de momento de inercia en el eje Y de 18,65 cm⁴ y un valor de momento de inercia en el eje X de 41,3 cm⁴.

Sustituyendo los datos en las Ec. (5.81) y (5.82) resulta:

$$\delta_x = 0,7 \times \frac{1,2 \times 20,27 [N] \times (200[cm])^3}{48 \times 210[GPa] \times 18,65[cm^4]} = 0,0725 [mm] \leq 10[mm] \quad \text{Verifica}$$

$$\delta_y = 0,7 \times \frac{1,2 \times 95,2 [N] \times (200[cm])^3}{48 \times 210[GPa] \times 41,3[cm^4]} = 0,15[mm] \leq 10 [mm] \quad \text{Verifica}$$

Se comprueba que la deflexión que sufre la guía en ambas direcciones cumple con lo establecido en la Norma EN 81-1.

Por tanto en vista de que las comprobaciones realizadas para cada una de las tres situaciones de funcionamiento de la cabina han resultado correctas, se puede concluir que la guía seleccionada, T70 1/A, es la idónea para la configuración del contrapeso descrita durante la ejecución de los cálculos, ya que cumple todos los requisitos establecidos por la Norma EN 81-1.



5.4 Cálculos para el diseño de los cables de suspensión

Según la Norma EN 81-1, los cables de suspensión deben satisfacer dos requisitos: en primer lugar, el diámetro nominal de los cables debe ser como mínimo de 8 mm, y en segundo lugar, la resistencia a la tracción de sus alambres debe ser de 1570 N/mm^2 ó 1770 N/mm^2 para cables de una sola resistencia, mientras que en los de dos resistencias ésta debe ser de 1370 N/mm^2 para los alambres exteriores y de 1770 N/mm^2 para interiores.

Teniendo en cuenta estos requisitos se ha decidido seleccionar para este proyecto las conFiguraciones 8x19S-FC y 8x19W-FC que ofrece el fabricante Pfeifer Drako con sede en Brasil, cuyas características aparecen en el Anexo B. Además, para su elección también se ha considerado, por un lado, la conFiguración 8x19S-FC, que presenta una estructura de cordón de tipo *Seale*, es el que más se emplea debido a que sus gruesos alambres exteriores retardan la rotura del cable por abrasión, y por el otro, que la conFiguración 8x19W-FC, cuya estructura de cordón es *Warrington*, presenta mejores propiedades frente a la fatiga por flexión que la anterior, lo cual se debe a que esta conFiguración tiene más y pequeños alambres por cordón utilizándose en ascensores de arrollamiento completo.

Antes de comenzar con el desarrollo de los cálculos es necesario determinar cuál va a ser la conFiguración de la suspensión que soporte las masas de la cabina y del contrapeso. Nuestro ascensor es del tipo con sala de máquinas reducida y la Figura (5.5) representa la conFiguración de la suspensión de dicho ascensor:

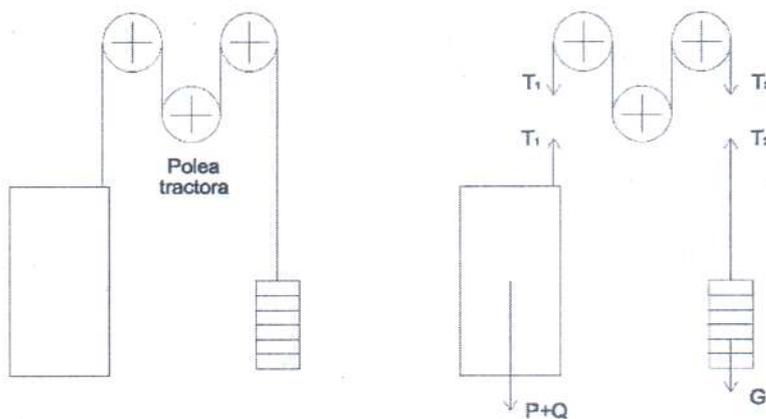


Figura (5.5) Esquema y diagrama de fuerzas de suspensión 1:1.

Esta conFiguración presenta una relación de suspensión directa 1:1, lo que significa que las cargas a las que están sometidos los cables no se ven reducidas, tal y como si ocurre



en una suspensión 2:1 en la que las cargas disminuyen a la mitad. Además, la velocidad de la cabina en la suspensión 1:1 es la misma que la de los cables, mientras que en una suspensión 2:1 la velocidad de la cabina se reduce a la mitad respecto a la de los cables. Su método de suspensión es de medio arrollamiento, donde los cables solo se enrollan una vez alrededor de la polea tractora, presentado una menor tracción con respecto al arrollamiento completo.

Para determinar la fuerza de tensión a la que está sometido cada cable debido a las cargas P, Q o G, al peso del cable y a la relación de suspensión de la instalación cuando la cabina se encuentra en el nivel de parada más bajo, se emplea las siguientes Ec. en relación con la Figura (5.5):

$$T_1 = \frac{(P + Q) \times g_n}{r} \times \frac{1}{n_s} + m_L \times g_n \times H \quad (5.83)$$

$$T_2 = \frac{(G) \times g_n}{r} \times \frac{1}{n_s} \quad (5.84)$$

Dónde:

- P es la masa de la cabina vacía (600 kg);
- Q es la carga nominal (525 kg);
- g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);
- r es el factor de suspensión (1);
- n_s es el número de cables;
- m_L es la masa del cable por unidad de longitud (en kg/m), según el Anexo B;
- H es la altura del recorrido de la cabina (9 m), según la cantidad de pisos existentes;
- G es la masa del contrapeso (862,5 kg).

El número de cables seleccionados es 4 (siendo 2 el mínimo que permite la Norma EN 81-1 y 3 el mínimo que permite la Ordenanza N°16589 para máquinas a fricción). La elección de este número de cables se debe a que con él y con el diámetro que se va a seleccionar a continuación, el coeficiente de seguridad de los cables supere el mínimo indicado en la Norma EN 81-1.



La configuración elegida para los cables, teniendo en cuenta que el método de suspensión del ascensor es de medio arrollamiento, es 8x19 cuyas características técnicas se encuentran en el Anexo B, y del que se ha obtenido que m_L es igual a 0,337 kg/m para un diámetro de cable de 10 mm.

Sustituyendo todos los valores en las Ec. (5.83) y (5.84) se obtiene:

$$T_1 = \frac{(600[kg] + 525[kg]) \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times \frac{1}{4} + 0,337 \left[\frac{kg}{m} \right] \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times 9[m]}{1} \cong 2789 [N]$$

$$T_2 = \frac{(862,5[kg]) \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times \frac{1}{4}}{1} = 2115,3 [N]$$

Contemplando los resultados se comprueba que la mayor fuerza de tensión se alcanza en el lado donde se sitúa la mayor masa, siendo el valor de 2789 N el de la fuerza máxima a la que está sometido el cable.

Para realizar el cálculo del coeficiente de seguridad de los cables de suspensión la Norma EN 81-1 indica que este coeficiente es la relación entre la carga de rotura mínima, en newton, de cable y la fuerza máxima, en newton, en este cable cuando la cabina se encuentra en el nivel de parada más bajo, con su carga nominal.

Por lo que el coeficiente de seguridad de los cables queda determinado por la Ec. :

$$S_f = \frac{F_{min}}{F_s} \geq 12 \quad (5.85)$$

Dónde:

F_{min} es la fuerza mínima de rotura del cable, según el Anexo B (41500 N);

F_s es la fuerza máxima que soporta un cable (2789 N).

El valor con el que es comparado S_f se corresponde con el del coeficiente de seguridad mínimo que la Norma EN 81-1 establece en 16 para el caso de tracción por adherencia con dos cables, y en 12 en el caso de tres cables o más.

Sustituyendo los datos en la Ec. (5.85) resulta:

$$S_f = \frac{41500[N]}{2789[N]} = 14,87 \geq 12 \quad \text{Verifica}$$



Se comprueba que el coeficiente de seguridad que presenta el cable cumple con lo establecido en la Norma EN 81-1.

Por otra parte, teniendo en cuenta la Ordenanza N° 16589 que establece que los cables de accionamiento o tracción deben soportar los esfuerzos a los que están sometidos y que el factor de seguridad f del conjunto de cables, se determina con la fórmula:

$$f = \frac{x \times N \times P_r}{P_c} \quad (5.86)$$

Siendo

$$P_c = (P + Q + (m_L \times N \times 2 \times H)) \times g_n \quad (5.87)$$

Dónde:

- P es la masa de la cabina vacía (600 kg);
- Q es la carga nominal (525 kg);
- m_L es la masa del cable por unidad de longitud (en kg/m), según el Anexo B;
- H es la altura del recorrido de la cabina (9 m), según la cantidad de pisos existentes;
- N es el número de cables de tracción;
- P_r es la tensión de rotura del cable (41500 N);
- P_c es el peso total del coche (en N);
- x es el valor dado de la Tabla (5.3) (1).

Tabla (5.3) Valor de x

CABLEADO APAREJO	Valor de x
1:1 (Directo)	1
2:1	2
3:1	3
4:1	4



Sustituyendo los valores en la Ec. (5.87) y (5.86) se obtiene:

$$P_c = \left(600[kg] + 525[kg] + \left(0,337 \left[\frac{kg}{m} \right] \times 4 \times 2 \times 9 [m] \right) \right) \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right] = 11295,7 [N]$$

$$f = \frac{1 \times 4 \times 41500 [N]}{11295,7[N]} = 14,7$$

Por tanto, el valor del factor de seguridad f según Tabla (5.4) que se utilice según la velocidad del cable, no será menor que el indicado más abajo:

Tabla (5.4) Factor de seguridad f

Velocidad del cable m./min.	15	22	30	45	60	75	90	120	150	210	300	Transporte de:
Factor de seguridad	7,60	7,75	7,95	8,25	8,60	8,90	9,20	9,75	10,25	11,00	11,55	Personas
F mínimo	6,65	6,85	7,00	7,30	7,65	7,90	8,20	8,70	9,15	9,80	10,30	Cargas

$$14,7 > 8,25$$

Verifica

Resulta que el factor de seguridad calculado, es mayor que el factor de seguridad obtenido por la Tabla (5.4) según la velocidad del cable, por lo tanto se comprueba que el coeficiente de seguridad que presenta el cable cumple con lo establecido en la Ordenanza N°16589.

Por tanto, en vista de que la comprobación realizada ha resultado correcta, se puede concluir que los cables seleccionados inicialmente, cuatro cables de 10 mm de tipo 8x19S-FC, son los cables idóneos para la configuración de la suspensión descrita en este apartado, ya que cumple todos los requisitos establecidos por la Norma EN 81-1 y la Ordenanza N°16589.



5.5 Cálculos para el diseño de la polea de tracción

La Norma EN 81-1 establece dos modos de accionamiento de la cabina y del contrapeso, el primero de ellos, por adherencia de los cables en la garganta de la polea de tracción del grupo tractor, y el segundo, por arrollamiento del cable en un tambor que hace girar el grupo tractor. De estos dos, el seleccionado para este proyecto es el de tracción por adherencia, ya que es el más empleado debido a su mayor sencillez, a que permite instalar ascensores de cualquier altura, y a la seguridad adicional que presenta en caso de fallo de los finales de carrera.

Para evaluar la tracción por adherencia de los cables, en primer lugar, se va a proceder a calcular el coeficiente de rozamiento mínimo (o máximo dependiendo de la situación) que posibilite y asegure la tracción (o el deslizamiento) durante el recorrido normal del ascensor y en las condiciones de carga en cabina, de frenado de emergencia y de cabina retenida, siendo estas tres últimas en las cuales la Norma EN 81-1 indica que debe evaluarse dicho coeficiente.

Condición de carga en cabina

Para la condición de carga en cabina, la Norma EN 81-1 establece que la relación estática entre las fuerzas de tensión de los cables situados a un lado y otro de la polea (T_1/T_2) tiene que evaluarse para el caso más desfavorable de la posición de la cabina en el hueco del ascensor con el 125% de la carga nominal, lo que lleva a considerar dos casos.

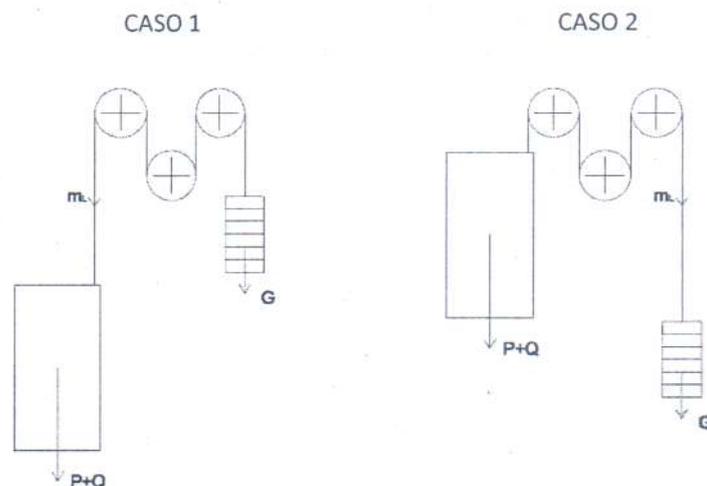


Figura 5.6 Posiciones del ascensor para la condición de carga en cabina



Caso 1

En este caso, la cabina se sitúa de forma estática en la planta baja del edificio, tal y como se muestra en la Figura 5.6.

La máxima tracción que puede soportar la garganta de una polea de cables viene expresada por la fórmula de Euler:

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{f \times \alpha} \quad (5.88)$$

Dónde:

T_1, T_2 son las fuerzas de tensión (en N), mayor y menor respectivamente, de los cables situados a un lado y otro de la polea de tracción;

F es el coeficiente de rozamiento;

α es el ángulo de abrazamiento de los cables sobre la polea de tracción ($180^\circ = 3,14 \text{ rad}^{(*)}$).

El ángulo de abrazamiento es de 180° debido la disposición en la que se encuentran las poleas en un ascensor con sala de máquinas reducidas. La Figura 5.7 muestra las poleas vista desde arriba.

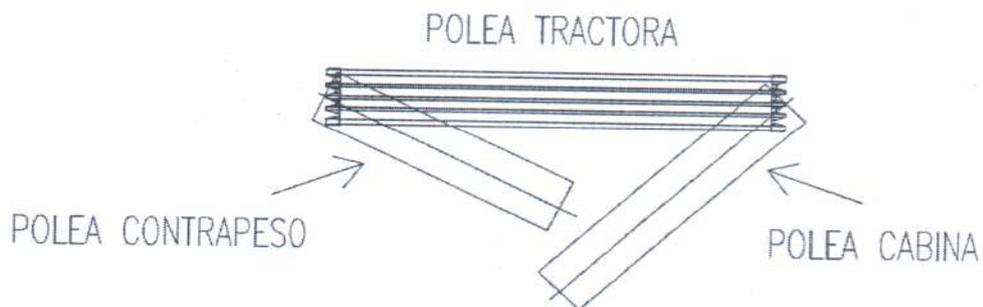


Figura 5.7 Sistema de poleas

Como se puede observar, los cables salientes a la polea tractora es tangente a su radio primitivo, y como dichas tangentes son paralelas entre sí, nos permite definir que su ángulo de contacto es de 180° .



Para determinar la fuerza de tensión a la que están sometidos los cables de tracción debido a las cargas P, Q o G, al peso del cable y a la relación de suspensión de la instalación, se emplean las Ec. (5.89) y (5.90):

$$T_1 = \frac{(P + 1,25 \times Q) \times g_n}{r} \times \frac{1}{n_s} + m_L \times g_n \times H \quad (5.89)$$

$$T_2 = \frac{(G) \times g_n}{r} \times \frac{1}{n_s} \quad (5.90)$$

Dónde:

- P es la masa de la cabina vacía (600 kg);
- Q es la carga nominal (525 kg);
- g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);
- r es el factor de suspensión (1);
- n_s es el número de cables;
- m_L es la masa del cable por unidad de longitud (en kg/m), según el Anexo B;
- H es la altura del recorrido de la cabina (9 m), según la cantidad de pisos existentes;
- G es la masa del contrapeso (862,5 kg).

Sustituyendo todos los valores en las Ec. (5.89) y (5.90) se obtiene:

$$T_1 = \frac{(600[kg] + 1,25 \times 525[kg]) \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{1} \times \frac{1}{4} + 0,337 \left[\frac{kg}{m} \right] \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times 9[m]$$
$$= 3110,7 [N]$$

$$T_2 = \frac{(862,5[kg]) \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{1} \times \frac{1}{4} = 2115,3 [N]$$



Introduciendo todos los valores en la Ec. (5.88) y despejando de ella el coeficiente de rozamiento, se tiene:

$$f \geq \frac{\ln \frac{3110,7[N]}{2115,3[N]}}{\pi} = 0,122$$

Caso 2

Para este caso, la cabina se sitúa de forma estática en la planta más alta del edificio (Figura 5.6), quedando determinada la fuerza de tensión a la que están sometidos los cables de tracción por las Ec.:

$$T_1 = \frac{(P + 1,25 \times Q) \times g_n}{r} \times \frac{1}{n_s} \quad (5.91)$$

$$T_2 = \frac{(G) \times g_n}{r} \times \frac{1}{n_s} + m_L \times g_n \times H \quad (5.92)$$

Sustituyendo los datos en las Ec. (5.91) y (5.92) resulta:

$$T_1 = \frac{(600[kg] + 1,25 \times 525[kg]) \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{1} \times \frac{1}{4} = 3081 [N]$$

$$T_2 = \frac{(862,5[kg]) \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{1} \times \frac{1}{4} + 0,337 \left[\frac{kg}{m} \right] \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times 9[m] = 2145 [N]$$

Introduciendo todos los valores en la fórmula (5.88) y despejando de ella el coeficiente de rozamiento, se obtiene:

$$f \geq \frac{\ln \frac{3081[N]}{2145[N]}}{\pi} = 0,115$$

Contemplando los resultados obtenidos del coeficiente de rozamiento 0,122 para el Caso 1 y 0,115 para el Caso 2, se llega a la conclusión de que el valor limitante es el del Caso 1. Por lo tanto, cuando la cabina se encuentre cargada con el 125% de la carga nominal y se sitúe estáticamente en la parte inferior del hueco del ascensor, el coeficiente de rozamiento que debe existir para que no se produzca deslizamiento entre los cables y la garganta de la polea tractora debe ser mayor o igual a 0,122.



Condición de frenado de emergencia



Para la condición de frenado de emergencia, la Norma EN 81-1 indica que la relación dinámica T_1/T_2 tiene que evaluarse para el caso más desfavorable de la posición de la cabina en el hueco y de las condiciones de carga de cabina (vacía o con carga nominal). Aquí también se van a considerar dos casos.

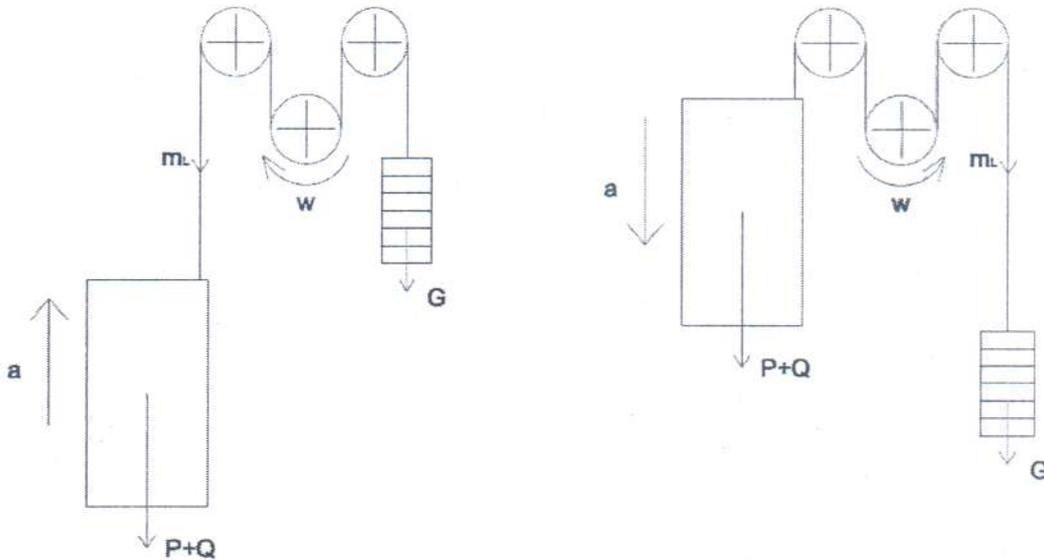


Figura 5.8 Posiciones del ascensor para la condición de frenado de emergencia.

Caso 1

En este caso, la cabina, cargada y descargada, se encuentra en movimiento descendente y llegando a la planta baja del edificio cuando se produce el frenado de emergencia, tal y como se muestra en la Figura 5.8.

Para determinar la fuerza de tensión a la que están sometidos los cables de tracción, se utilizan las siguientes Ec. :

$$T_1 = \frac{(P + Q) \times g_n}{r} \times \frac{1}{n_s} + m_L \times g_n \times H + \left(\frac{P + Q}{r} \times \frac{1}{n_s} + m_L \times r \times H \right) \times a \quad (5.93)$$

$$T'_1 = \frac{(P) \times g_n}{r} \times \frac{1}{n_s} + m_L \times g_n \times H + \left(\frac{P}{r} \times \frac{1}{n_s} + m_L \times r \times H \right) \times a \quad (5.94)$$



$$T_2 = \frac{(G) \times g_n}{r} \times \frac{1}{n_s} + \left(\frac{G}{r} \times \frac{1}{n_s} \right) \times a \quad (5.95)$$

Dónde:

- P es la masa de la cabina vacía (600 kg);
- Q es la carga nominal (525 kg);
- g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);
- r es el factor de suspensión (1);
- n_s es el número de cables;
- m_L es la masa del cable por unidad de longitud (en kg/m), según el Anexo B;
- H es la altura del recorrido de la cabina (9 m), según la cantidad de pisos existentes;
- G es la masa del contrapeso (862,5 kg);
- a es la desaceleración de frenado (valor positivo) en la cabina (0,7 m/s²(*));
- T_1 es la fuerza de tensión del cable cuando no existe carga nominal (en N).

El valor de la desaceleración se ha supuesto igual a 0,7 m/s² teniendo en cuenta la indicación que hace la Norma EN 81-1 de que ésta no debe ser menor a 0,5 m/s² para el caso normal.

Sustituyendo todos los valores en las Ec. (5.93), (5.94) y (5.95) se obtiene:

$$\begin{aligned} T_1 &= \frac{(600[kg] + 525[kg]) \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{1} \times \frac{1}{4} + 0,337 \left[\frac{kg}{m} \right] \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times 9[m] \\ &+ \left(\frac{(600[kg] + 525[kg])}{1} \times \frac{1}{4} + 0,337 \left[\frac{kg}{m} \right] \times 1 \times 9[m] \right) \times 0,7 \left[\frac{m}{s^2} \right] \\ &= 2987,8 [N] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_1' &= \frac{(600[kg]) \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{1} \times \frac{1}{4} + 0,337 \left[\frac{kg}{m} \right] \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times 9[m] \\ &+ \left(\frac{(600[kg])}{1} \times \frac{1}{4} + 0,337 \left[\frac{kg}{m} \right] \times 1 \times 9[m] \right) \times 0,7 \left[\frac{m}{s^2} \right] = 1607,1 [N] \end{aligned}$$



$$T_2 = \frac{(862,5[kg]) \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{1} \times \frac{1}{4} + \left(\frac{(862,5[kg])}{1} \times \frac{1}{4} \right) \times 0,7 \left[\frac{m}{s^2} \right] = 2266,2 [N]$$

Introduciendo todos los valores en la Ec. (5.88) y despejando de ella el coeficiente de rozamiento, se obtienen los valores de éste para la situación de cabina con carga nominal (f) y sin ella (f'):

$$f \geq \frac{\ln \frac{2987,8[N]}{2266,2[N]}}{\pi} \cong 0,09$$

$$f' \geq \frac{\ln \frac{2266,2[N]}{1607,1[N]}}{\pi} \cong 0,11$$

En esta última situación (sin carga nominal) la fuerza de mayor tensión se corresponde con los cables posicionados en el lado del contrapeso, mientras que la de menor tensión lo hace con la del lado de la cabina, es por ello que por lo que T_2 pasa a considerarse ahora T_1 , y T_1 a considerarse T_2 .

Caso 2

En este caso, la cabina, cargada y descargada, se encuentra en movimiento ascendente y llegado a la planta más alta del edificio cuando se produce el frenado de emergencia (Figura 5.8), quedando determinada la fuerza de tensión a la que están sometidos los cables de tracción por las Ec. :

$$T_1 = \frac{(P + Q) \times g_n}{r} \times \frac{1}{n_s} + \left(\frac{P + Q}{r} \times \frac{1}{n_s} \right) \times a \quad (5.96)$$

$$T_1' = \frac{(P) \times g_n}{r} \times \frac{1}{n_s} + \left(\frac{P}{r} \times \frac{1}{n_s} \right) \times a \quad (5.97)$$

$$T_2 = \frac{(G) \times g_n}{r} \times \frac{1}{n_s} + m_L \times g_n \times H + \left(\frac{G}{r} \times \frac{1}{n_s} + m_L \times r \times H \right) \times a \quad (5.98)$$



Sustituyendo todos los valores en las Ec. (5.96), (5.97) y (5.98) se obtiene:

$$T_1 = \frac{(600[kg] + 525[kg]) \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{1} \times \frac{1}{4} + \left(\frac{(600[kg] + 525[kg])}{1} \times \frac{1}{4} \right) \times 0,7 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

$$= 2955,9 [N]$$

$$T'_1 = \frac{(600[kg]) \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{1} \times \frac{1}{4} + \left(\frac{(600[kg])}{1} \times \frac{1}{4} \right) \times 0,7 \left[\frac{m}{s^2} \right] = 1576,5 [N]$$

$$T_2 = \frac{(862,5[kg]) \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{1} \times \frac{1}{4} + 0,337 \left[\frac{kg}{m} \right] \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times 9[m]$$

$$+ \left(\frac{(862,5[kg])}{1} \times \frac{1}{4} + 0,337 \left[\frac{kg}{m} \right] \times 1 \times 9[m] \right) \times 0,7 \left[\frac{m}{s^2} \right] = 2298,1 [N]$$

Introduciendo todos los valores en la Ec. (5.88) y despejando de ella el coeficiente de rozamiento, se obtienen los valores de éste para la situación de cabina con carga nominal (f) y sin ella (f'):

$$f \geq \frac{\ln \frac{2955,9[N]}{2298,1[N]}}{\pi} \cong 0,08$$

$$f' \geq \frac{\ln \frac{2298,1[N]}{1576,5[N]}}{\pi} \cong 0,12$$

Observando los resultados obtenidos del coeficiente de rozamiento para los dos casos y las dos situaciones de carga de cada uno de ellos, se llega a la conclusión de que el más desfavorable es el del Caso 2 sin carga nominal. Por lo tanto, cuando la cabina se encuentre descargada y en movimiento hacia la parte superior de hueco del ascensor, el coeficiente de rozamiento que debe existir para que no se produzca deslizamiento entre los cables y la garganta de la polea tractora, al producirse el frenado de emergencia, debe ser mayor o igual a 0,12.

Condición de cabina retenida

Para la condición de cabina retenida, la Norma EN 81-1 establece que la relación estática T_1/T_2 tiene que evaluarse para el caso más desfavorable de la posición de la cabina en el hueco y de las condiciones de carga de la cabina (vacía o con carga nominal), siendo



éste cuando el contrapeso se encuentra descansando sobre los amortiguadores y la máquina girando en sentido de subida (Figura 5.9).

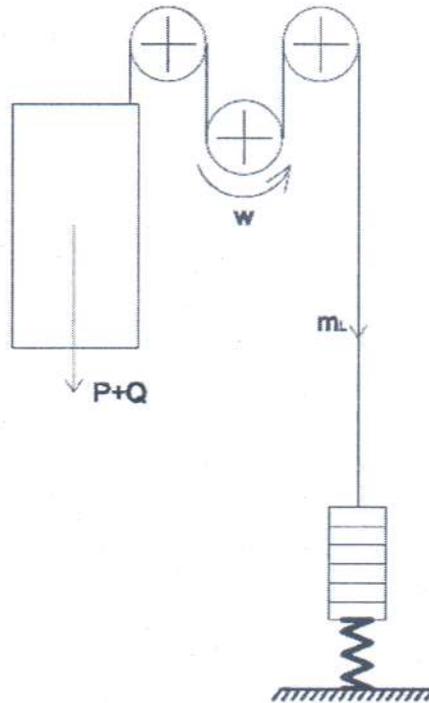


Figura 5.9 Posición del ascensor para la condición de cabina retenida.

En este caso, la fórmula de Euler (5.88) se ve modificada, ya que ahora lo que se requiere es que haya deslizamiento de los cables en la garganta de la polea:

$$\frac{T_1}{T_2} \geq e^{f \times \alpha} \quad (5.99)$$

Para determinar la fuerza de tensión a la que están sometidos los cables de tracción, se utilizan las siguientes Ec. :

$$T_1 = \frac{(P + Q) \times g_n}{r} \times \frac{1}{n_s} \quad (5.100)$$

$$T'_1 = \frac{(P) \times g_n}{r} \times \frac{1}{n_s} \quad (5.101)$$



$$T_2 = m_L \times g_n \times H \quad (5.102)$$

La fuerza de tensión T_2 se debe únicamente al peso propio del cable, ya que el contrapeso se encuentra apoyado sobre los amortiguadores, no contribuyendo con su masa a aumentar la tensión del cable.

Sustituyendo los datos en las Ec. (5.100), (5.101) y (5.102) resulta:

$$T_1 = \frac{(600[kg] + 525[kg]) \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{1} \times \frac{1}{4} = 2759 [N]$$

$$T'_1 = \frac{(600[kg]) \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{1} \times \frac{1}{4} = 1471,5 [N]$$

$$T_2 = 0,337 \left[\frac{kg}{m} \right] \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times 9[m] = 29,7 [N]$$

Introduciendo todos los valores en la Ec. (5.99) y despejando de ella el coeficiente de rozamiento, se obtienen los valores de éste para la situación de cabina con carga nominal (f) y sin ella (f'):

$$f \leq \frac{\ln \frac{2759[N]}{29,7 [N]}}{\pi} = 1,44$$

$$f' \leq \frac{\ln \frac{1471,5[N]}{29,7 [N]}}{\pi} \cong 1,24$$

Contemplando los resultados obtenidos del coeficiente de rozamiento para las dos situaciones de carga, se llega a la conclusión de que el valor limitante es el obtenido para la cabina sin carga nominal. Por lo tanto, cuando la cabina se encuentre descargada y situada en la parte superior del hueco del ascensor, con el contrapeso descansando sobre los amortiguadores y la maquina girando en sentido de subida, el coeficiente de rozamiento que debe existir para que se produzca deslizamiento entre los cables y la garganta de la polea tractora, y de esta manera evitar que la cabina pueda seguir ascendiendo, debe ser menor o igual a 1,24.

Una vez obtenido el coeficiente de rozamiento para cada una de las 3 condiciones, se va a llevar a cabo el cálculo de este coeficiente para las mismas 3 condiciones, pero



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERIA

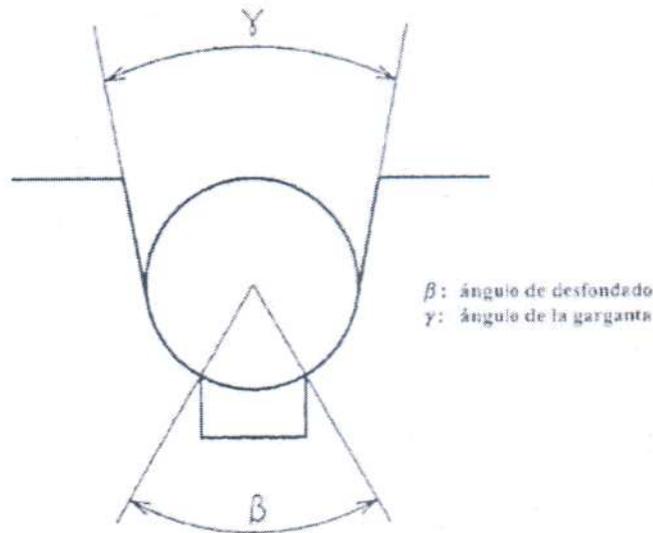
teniendo en cuenta ahora el perfil de garganta (semicircular o trapezoidal) y las características constructivas que posee la polea de tracción.

Las poleas de tracción seleccionadas para este proyecto pertenecen al fabricante MP Ascensores, las cuales presentan tres perfiles de garganta diferentes, **semicircular** desfondada, trapezoidal en V sin desfondar y trapezoidal en V **desfondada**, cuyas características se muestran en el Anexo C. Para su elección se ha tenido en cuenta que la Norma EN 81-1 y la Ordenanza N° 16589 coinciden y establecen que la **relación** entre el diámetro de las poleas de tracción y el diámetro nominal de los cables de **suspensión** debe ser de al menos 40, y además, que el diámetro nominal de los cables debe **ser como mínimo** de 8 mm, dando como resultado un diámetro mínimo de la polea de 320 mm.

Antes de comenzar con el desarrollo de los cálculos es necesario **elegir un perfil** de garganta de los tres que ofrece el fabricante. En este caso se ha decidido **seleccionar** una garganta **semicircular** desfondada, ya que a nuestro criterio dicha **garganta** es la que presenta la mayor superficie de apoyo entre cable y polea, y la que menor **desgaste** genera a las hebras externas debido a que no se genera un efecto de cuña como **sucede** en las gargantas trapezoidales en V, tanto la desfondada como la sin desfondar.

La polea que se elegirá debe ser capaz de albergar el número de **cables** que son necesarios para la sustentación de la cabina y contrapeso (4 cables), calculados anteriormente en la sección de cálculo de cables de suspensión. En **este caso** se ha seleccionado un diámetro de polea de 480 mm, en función del diámetro de los cables (10 mm) y la potencia necesaria del motor (7,5 cv), que posteriormente será **analizada** en el apartado "Cálculo Eléctrico", siendo el ancho de polea de 100 mm y con un **paso** igual a 21 mm.

La Figura 5.10 muestra un corte del cable sobre la polea del tipo garganta semicircular desfondada:



Garganta semi-circular desfondada

Figura 5.10 Corte del cable sobre garganta de polea

El coeficiente de rozamiento para una polea con un perfil de garganta semicircular desfondado, viene determinado por la Ec. :

$$f = \mu \times \frac{4 \times \left(\cos \frac{\gamma}{2} - \sin \frac{\beta}{2} \right)}{\pi - \beta - \gamma - \sin \beta + \sin \gamma} \quad (5.103)$$

Dónde:

β es el valor del ángulo de desfondado, según el Anexo C ($95^\circ = 1,66 \text{ rad}^{(*)}$);

μ es el coeficiente de fricción;

γ es el valor del ángulo de la garganta, según el Anexo C ($35^\circ = 0,61 \text{ rad}^{(*)}$).

El valor de la variable μ varía en función de la condición en la que se esté. Según la Norma EN 81-1, para la condición de carga en cabina μ es igual a 0,1, para la de la cabina



retenida su valor es 0,2, mientras que para la condición de frenado de emergencia el valor de μ queda determinado por la Ec. :

$$\mu = \frac{0,1}{1 + \frac{v}{10}} \quad (5.104)$$

Dónde:

v es la velocidad de los cables teniendo en cuenta la relación de suspensión, es decir, el producto de la velocidad nominal de la cabina (45 m/min) por el factor de suspensión (1).

Sustituyendo el valor de v en la Ec. (5.104) resulta:

$$\mu = \frac{0,1}{1 + \frac{45 \left[\frac{m}{min} \right] \times \frac{1}{60} \left[\frac{min}{s} \right]}{10}} = 0,093$$

Los datos de las variables γ y β han sido obtenidos del Anexo C, en el que se especifica que para gargantas semicirculares desfondadas el valor de γ debe estar comprendido entre 25° y 40°, y el de β entre 85° y 106°.

Sustituyendo todos los datos en la Ec. (5.103) para cada una de las tres condiciones, se tiene los valores de f:

- Para condición de carga en cabina:

$$f = 0,1 \times \frac{4 \times \left(\cos \frac{35^\circ}{2} - \sin \frac{95^\circ}{2} \right)}{\pi - 1,66 - 0,61 - \sin 95^\circ + \sin 35^\circ} = 0,19$$

- Para condición de frenado de emergencia:

$$f = 0,093 \times \frac{4 \times \left(\cos \frac{35^\circ}{2} - \sin \frac{95^\circ}{2} \right)}{\pi - 1,66 - 0,61 - \sin 95^\circ + \sin 35^\circ} = 0,18$$

- Para condición de cabina retenida:

$$f = 0,2 \times \frac{4 \times \left(\cos \frac{35^\circ}{2} - \sin \frac{95^\circ}{2} \right)}{\pi - 1,66 - 0,61 - \sin 95^\circ + \sin 35^\circ} = 0,39$$



Comparando estos resultados con los valores limitantes o admisibles obtenidos mediante las Ec. (5.88) y (5.99), tal y como se muestra en la Tabla 5.5, se comprueba que para cada una de las tres condiciones el valor del coeficiente de rozamiento, para una garganta semicircular desfondada, se encuentra dentro del límite establecido por dichas Ec.

Tabla 5.5 Comparación de los valores de coeficientes de rozamiento.

Condición	f admisible	f para garganta semicircular desfondada
Carga en cabina	$\geq 0,12$	0,19
Frenado de emergencia	$\geq 0,12$	0,18
Cabina retenida	$\leq 1,24$	0,39

Por tanto, en vista de que las comprobaciones realizadas para cada una de las condiciones han resultado correctas, se puede concluir que la polea seleccionada, polea de 480 mm de diámetro, 100 mm de ancho y 21 mm de paso, con un perfil de garganta semicircular y desfondado, y con ángulos de garganta y desfondado de 35° y 95° respectivamente, es la polea idónea para la configuración de ascensor que se ha ido realizando, ya que cumple todos los requisitos establecidos por la Norma EN 81-1.



5.6 Cálculo de amortiguadores

Para el cálculo de los amortiguadores, previamente se ha de realizar una selección del tipo de amortiguador a emplear, ya que según la Norma EN 81-1, se han de emplear unos amortiguadores u otros en función de la velocidad nominal de la cabina (Véase Norma EN 81-1-Apartado 10.3 Amortiguadores de cabina y de contrapeso).

Sabiendo que el ascensor en cuestión tiene una velocidad nominal de cabina de 0,75 m/s, en un principio se escogería un amortiguador de acumulación de energía. Pero por otro lado, también se tiene el amortiguador de disipación de energía, que se puede emplear para cualquier velocidad.

Para su elección, se ha tenido muy en cuenta el coste de ambos amortiguadores, ya que al emplear uno de disipación de energía el coste es mayor que uno de acumulación de energía por el hecho de ser hidráulico e implicar un coste de mantenimiento de engrase con lubricantes elevado.

De este modo, se decide pues emplear un amortiguador de acumulación de energía, que para el correspondiente diseño y cálculo se decide que el amortiguador sea un muelle helicoidal a compresión, cilíndrico y de sección circular, que aparte de ser muy utilizado para aplicaciones y construcciones mecánicas se destacan las siguientes características:

- A igualdad de prestaciones es muy barata;
- Es fácil de calcular, dimensionar y fabricar;
- Permite obtener una amplia gama de valores de la constante de rigidez, k ;
- Admite la aplicación exterior de fuerzas de tracción, compresión, torsión y de cizalladura.

La manera de trabajar de un muelle helicoidal es análoga a una barra de torsión que se ha enrollado en forma de hélice, y por lo tanto el material trabaja a torsión en todas sus secciones. La hélice al ser cilíndrica tiene las mismas sollicitaciones en todas las secciones del muelle.

Para analizar el estado de tensiones en una sección cualquiera de un muelle helicoidal cilíndrico de hilo de sección circular, se parte de considerar el equilibrio de una mitad del muelle cortado por la sección de estudio (Figura 5.11), donde se comprueba que la sección del hilo está sometida simultáneamente a un momento torsor, M_t , y a una fuerza de cortadura, F .

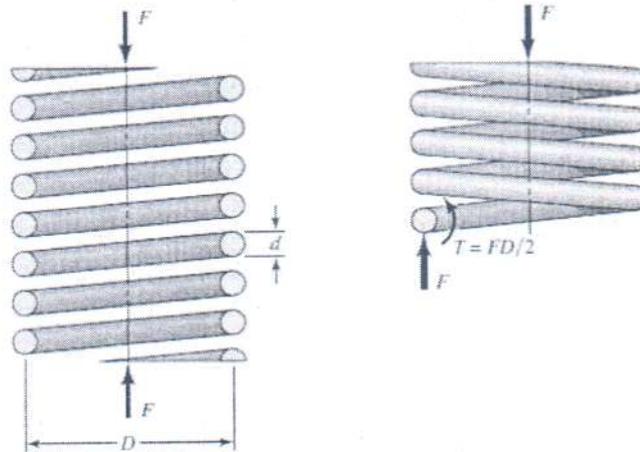


Figura 5.11 Resorte helicoidal cargado axialmente.

En la Figura 5.12, el eje del resorte siempre está a la derecha. Se observa la distribución de esfuerzos a través de la sección transversal del alambre. Para el caso *a*) el esfuerzo de torsión es máximo en la fibra externa del alambre y cero en el centro del mismo.

Para el caso *b*) se muestra la carga transversal uniforme. Y por último, en *c*) se muestra la superposición de los esfuerzos anteriores, y como se ve, el esfuerzo cortante máximo ocurre en la altura media del alambre y en el diámetro interior de la espira.

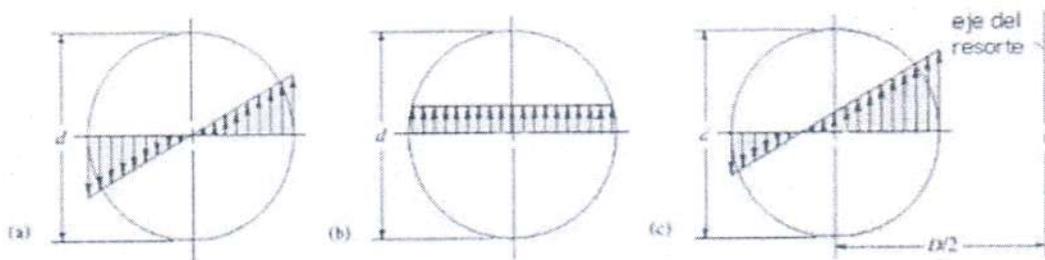


Figura 5.12 Distribución de esfuerzos de la sección transversal.

Las tensiones extremas, para una distribución de esfuerzos se calculan con la Ec. (5.105):

$$\tau = \tau_c \pm \tau_{MT} \quad (5.105)$$



$$\tau = \frac{F}{A} \pm \frac{M_t}{W_t} \quad (5.106)$$

Dónde:

F es la fuerza de cortadura aplicada sobre el hilo;

M_t es el momento torsor aplicada sobre el hilo;

A es la sección transversal del hilo;

W_t es el modulo resistente a la torsión de la sección circular.

Desarrollando los términos de la Ec. (5.106) resulta:

$$\tau_{MT} = \frac{M_t}{W_t} = \frac{M_t}{J_P} \times \frac{d}{2} = \frac{F \times \frac{D_s}{2}}{\frac{\pi \times d^4}{32}} \times \frac{d}{2} = \frac{8 \times F \times D_s}{\pi \times d^3}$$

$$\tau_c = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{\pi \times d^2}{4}} = \frac{4 \times F}{\pi \times d^2}$$

Sustituyendo en la Ec. (5.106), resulta:

$$\tau = \frac{8 \times F \times D_s}{\pi \times d^3} \pm \frac{4 \times F}{\pi \times d^2} \quad (5.107)$$

Por otra parte, es conocido que los esfuerzos en un miembro **curvo** pueden ser considerablemente mayores en la superficie interior que en la exterior de esta forma la incorporación de la curvatura tiene una función importante en el diseño del resorte.

La curvatura del alambre incrementa el esfuerzo en el interior del resorte y lo disminuye sólo un poco en el exterior. Este esfuerzo de curvatura es **muy importante** en la fatiga. En caso de carga estática los esfuerzos pueden **despreciarse** debido al endurecimiento por deformación con la primera aplicación de la carga.

Añadiendo el efecto de la curvatura, la distribución de esfuerzos **dentro** del alambre debido al cortante y al esfuerzo de torsión es como la de la Figura 5.13:

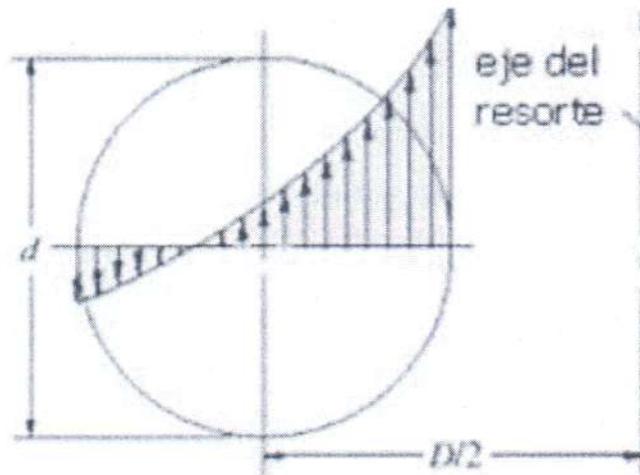


Figura 5.13 Distribución de esfuerzos más el efecto de curvatura.

Puesto que la tensión de torsión en el resorte helicoidal aumenta conforme a la disminución de la distancia del punto de evaluación de la tensión al eje del resorte, es necesario inicialmente evaluar el factor de corrección de la tensión del hilo mediante el denominado coeficiente de Wahl (Ec. 5.108) o bien mediante un gráfico (Figura 5.14). Queda destacar que los resultados obtenidos para ambos casos es el mismo.

$$K_w = \frac{\frac{D_s}{d} - 0,25}{\frac{D_s}{d} - 1} + \frac{0,615}{\frac{D_s}{d}} \quad (5.108)$$

Dónde:

D_s es el diámetro del resorte;

d es el diámetro del hilo.

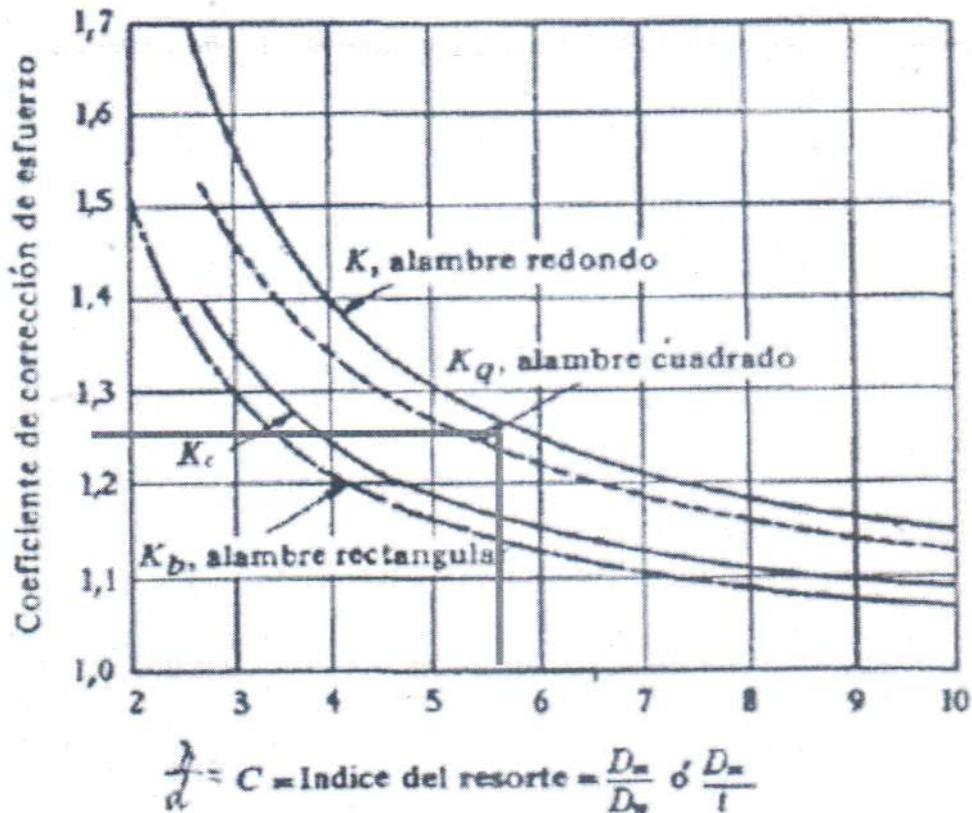


Figura 5.14 Factor de corrección de la tensión del hilo.

Para hallar el coeficiente de Wahl mediante la Ec. (5.108) se estima la relación D_s/d , en el que normalmente se toma una relación entre 6 y 15. En este caso se considera la relación $D_s/d = 6$, ya que de esta manera una vez hallado el diámetro de la sección del hilo, el diámetro del resorte no sea muy grande y así permitir un ahorro de espacio en el foso.

Partiendo de la Ec. (5.107) se obtiene el esfuerzo de compresión máximo real, es decir, esta vez teniendo en cuenta el esfuerzo de curvatura mencionado anteriormente, por lo cual Wahl la define en su libro *Mechanical Springs (Resortes Mecánicos)* como:

$$\tau_{max} = K_W \times \frac{8 \times F \times D_s}{\pi \times d^3} \quad (5.109)$$

Seguidamente, se determina la tensión admisible a torsión del material. Es necesario utilizar una hipótesis de rotura. Las teorías del máximo esfuerzo de corte (Tresca) y de la



energía de distorsión (Von Mises) resultan aceptables para el diseño y análisis de materiales que fallarán de manera dúctil, como el acero.

En el diseño la primera es más fácil y rápida de aplicar. Si se desea saber por qué falló una pieza es más adecuado aplicar la segunda ya que se acerca más a la realidad.

La diferencia entre ambas es que la primera establece que la falla elástica de una pieza sometida a esfuerzos combinados se alcanza cuando la máxima tensión tangencial es igual a la tensión de corte por fluencia obtenida en un ensayo de tracción simple o sea:

$$\tau_f = 0,50 \times \sigma_f \quad (5.110)$$

Según la misma debe verificarse con la Ec. (5.111):

$$\sigma_{ad} = \sqrt{\sigma_{ad}^2 + 4 \times \tau^2} \quad (5.111)$$

La segunda, es menos conservadora, para la misma situación establece que

$$\tau_f = 0,57 \times \sigma_f \quad (5.112)$$

Las hipótesis de rotura se basan en solicitaciones debidas a cargas estáticas y, en consecuencia, no contemplan los fenómenos de fatiga, forma de aplicación de la carga y concentración de tensiones.

Por lo tanto, se seleccionara la teoría de máximo esfuerzo de corte de Von Mises y que si bien resulta ser para la presencia de esfuerzos debidos a momentos flectores y/o torsores, en el libro "Diseño en Ingeniería Mecánica, J. Shigley" establece que si hubiese una carga tangencial que provocase una tensión tangencial de corte ésta es de poca relevancia frente a la generada por torsión. Lo cual lo hace idóneo para nuestra situación.

Entonces se determina que la tensión admisible a la torsión es el 57% de la resistencia a la tracción del material dada por la Ec. (5.112), por lo tanto:

$$\tau_p = 0,57 \times \sigma_{ts}$$

En este análisis se decide afectar la tensión admisible a la torsión por un coeficiente de seguridad (S=2), lo que resulta:

$$\tau_p = \frac{0,57 \times \sigma_{ts}}{S} \quad (5.113)$$



De la Ec. (5.113) se despeja el valor del diámetro de la espira d:

$$d \geq \sqrt{\frac{8 \times F \times K_W \times D_S}{\pi \times \tau_{max} \times d}} \text{ [mm]} \quad (5.114)$$

Donde F es la fuerza (en N) que debe soportar el resorte, que de acuerdo con las especificaciones de la Norma EN 81-1, debe estar comprendida entre 2,5 a 4 veces el peso de la carga más la de la cabina. A su vez, la Ordenanza N° 16589 establece que dicha fuerza debe ser de 2 veces el peso de la carga más la de la cabina, por lo tanto en este diseño se tomara un coeficiente igual a 2,5.

$$F = 2,5 \times (Q + P) \times g_n \quad (5.115)$$

De esta manera, una vez obtenido el diámetro de la espira d y estimada previamente la relación D_s/d , se puede hallar el diámetro nominal del resorte D_s .

Por otro lado, para determinar el número de espiras activas del resorte helicoidal se parte de la ecuación de compresión del resorte, que resulta ser:

$$F = k \times x \quad (5.116)$$

Donde k es la rigidez del resorte helicoidal. Pudiéndose expresar el recorrido del resorte x como:

$$x = \phi \times \frac{D_s}{2} \quad (5.117)$$

Siendo la Ec. del ángulo de torsión ϕ :

$$\phi = \frac{M_t \times l}{G \times J_p} \quad (5.118)$$

Dónde:

M_t es el par de torsión (N.m);

l es la longitud del resorte;

G es el módulo de cortadura del material;

J_p es el momento de inercia polar de la sección de la espira.



Siendo:

$$J_P = \frac{\pi \times d^4}{32} [mm^4] \quad (5.119)$$

$$M_t = \frac{F \times D_s}{2} [N \cdot mm] \quad (5.120)$$

$$l = \pi \times D_s \times n [mm] \quad (5.121)$$

Donde n es el número de espiras activas del resorte.

Por lo tanto reemplazando las Ec. (5.119), (5.120) y (5.121) en la (5.118) resulta:

$$x = \frac{8 \times F \times n \times D_s^3}{G \times d^4} \quad (5.122)$$

Reemplazando la (5.122) en la (5.116) resulta:

$$\frac{F}{k} = \frac{8 \times F \times n \times D_s^3}{G \times d^4} \quad (5.123)$$

Y por lo tanto, el número de espiras activas toma la siguiente Ec. :

$$n = \frac{G \times d^4}{8 \times k \times D_s^3} \quad (5.124)$$

Antes de hallar el número de espiras activas del resorte, es preciso conocer la rigidez del resorte, que a continuación se muestra la manera de hallarlo.

La mayor carrera del amortiguador según la Norma EN 81-1, es:

$$f_{max} = \{65[mm]; 0,135 \times v^2\} \quad (5.125)$$

La carrera posible de los amortiguadores de acumulación de energía, tengan o no amortiguación del movimiento de retorno, será por lo menos igual a dos veces la distancia de parada por gravedad con velocidad de 115% de la velocidad nominal, es decir:

$$\frac{2 \times (1,15 \times v)^2}{2 \times g_n} = 0,135 \times v^2$$

Luego, el valor de la rigidez del resorte resulta ser:



$$k = \frac{F}{f_{max}}$$

(5.126)

5.6.1 Amortiguadores de la cabina

Con las ecuaciones anteriormente mencionadas y los datos que Figuran a continuación se procede a realizar el cálculo de los amortiguadores de acumulación de energía para la cabina, seguidamente del contrapeso:

- Masa de cabina $P= 600$ [kg];
- Carga nominal $Q=525$ [kg];
- Masa del contrapeso $Z=862,5$ [kg];
- Velocidad nominal $v=0,75$ [m/s].

En lo que respecta al material del resorte se trata de un hilo de acero para conformar en caliente y bonificar, ya que este proceso de fabricación se emplea para muelles helicoidales de grandes dimensiones ($18[\text{mm}] \leq d \leq 60[\text{mm}]$) que requieren aceros aleados para asegurar una buena templabilidad o bien muelles que requieren una gran deformación del hilo de acero durante su fabricación.

Para este tipo de solicitaciones es recomendable utilizar un acero con una resistencia a la tracción muy elevada, por lo tanto se decidió trabajar con un acero SAE 5150 con una resistencia a la tracción de 1620 MPa y el módulo de cortadura es de $G=80$ [GPa].

Luego de establecer los datos prescindibles para el cálculo del resorte, comenzamos con hallar el coeficiente de Wahl mediante la Ec. (5.108), que como se mencionó la relación de D_s/d es igual a 6:

$$K_w = \frac{6 - 0,25}{6 - 1} + \frac{0,615}{6} = 1,253$$

Seguidamente, se determina la tensión admisible a torsión del material dada por la Ec. (5.113):

$$\tau_p = \frac{0,57}{2} \times 1620 \text{ [MPa]} = 461,7 \text{ [MPa]}$$

El siguiente paso, consiste en hallar la fuerza máxima aplicado al resorte. Queda por aclarar que se optó por colocar 2 muelles con la finalidad de que la carga aplicada se



distribuya en dos apoyos en vez de uno solo. Por lo tanto de la Ec. (5.115), se obtiene la F para cada muelle:

$$F = \frac{2,5 \times (525[kg] + 600[kg]) \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{2} = 13795,3[N]$$

Finalmente el diámetro del hilo resulta de la Ec. (5.114):

$$d \geq \sqrt{\frac{8 \times 13795,3[N] \times 1,253 \times 6}{\pi \times 461,7 [MPa]}} \cong 24 [mm]$$

$$\therefore D_s = 24[mm] \times 6 = 144[mm]$$

Luego la carrera máxima del amortiguador dada por la Ec. (5.125) será:

$$f_{max} = \{65[mm]; 0,135 \times v^2\} \rightarrow 0,135 \times \left(0,75 \left[\frac{m}{s} \right] \right)^2 = 76[mm]$$

$$f_{max} = 76[mm]$$

El valor de la rigidez del resorte dada por la Ec. (5.126) será:

$$k = \frac{F}{f_{max}} = \frac{13795,3[N]}{76[mm]} = 181,5 \left[\frac{N}{mm} \right]$$

Y por lo tanto, el número de espiras activas (Ec. (5.124)) es:

$$n = \frac{G \times d^4}{8 \times k \times D_s^3} = \frac{80000[MPa] \times (24[mm])^4}{8 \times 181,5 \left[\frac{N}{mm} \right] \times (144[mm])^3} = 6,12 [esp] \cong 7[esp]$$

Con los valores obtenidos, es necesario comprobar que los dos amortiguadores calculados no lleguen a pandear. Para ello se procede al cálculo de la longitud inicial de ambos muelles, pero previamente se debe analizar el tipo de extremo a utilizar en el resorte.

En la Figura 5.15, se muestran cuatro tipos de extremos que habitualmente se utilizan en resortes de compresión.



Los extremos simples, se obtienen sencillamente al cortar el resorte en dos (Figura 5.15.a). Este método presenta la ventaja de su bajo costo de producción pero tiene la desventaja que apoya solo un punto del extremo en el soporte con un ángulo de inclinación α por lo que la transferencia de carga, no es óptima.

Para solucionar esta desventaja funcional, puede doblarse la espira libre hasta un ángulo de inclinación de cero grados. A este tipo de extremo se lo llama escuadrado o cerrado (Figura 5.15.b).

Otra forma de mejorar la transferencia de carga consiste en aplanar por maquinado la espira libre, obteniendo un extremo simple amolado (Figura 5.15.c).

Al tipo de extremo que combina las dos soluciones anteriores se lo denomina escuadrado amolado (Figura 5.15.d)

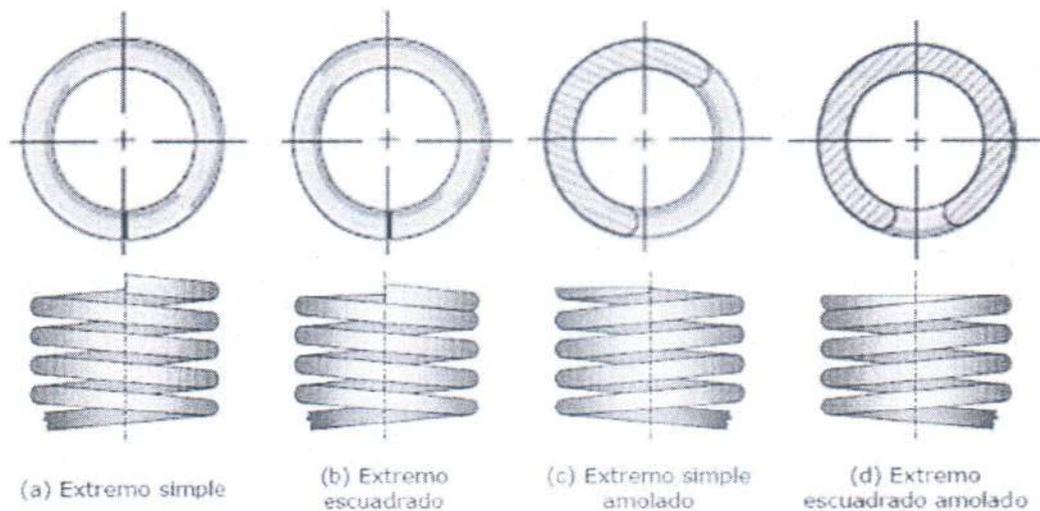


Figura 5.15 Tipos de extremos de resortes de compresión.

El tipo de extremo utilizado, genera espiras muertas o inactivas en los extremos del resorte. Para obtener el número de espiras activas (N_A), debe restarse al número total de espiras (N_T) el número de espiras inactivas (N_0).

$$N_A = N_T - N_0$$



Para nuestro caso, el tipo de extremo de resorte de compresión será del tipo escuadrado, por lo tanto el número de espiras inactivas es $N_0=1$. A continuación se calcula la longitud libre con la Ec. (5.127):

$$l_0 = (N_A + N_0) \times d + f_{max} \quad (5.127)$$

$$l_0 = (7 + 1) \times 24[mm] + 76[mm] = 268 [mm]$$

Luego para evaluar el pandeo de los resortes empleados, se utilizara la gráfica de la Figura 5.16. Para ello es necesario hallar los valores de los ejes de coordenada, que vienen determinadas por las siguientes Ec. (5.128) y (5.129):

$$\frac{f_{max}}{l_0} = \frac{76[mm]}{268[mm]} = 0,284 \quad (5.128)$$

$$v \times \frac{l_0}{D_s} = 0,7 \times \frac{268[mm]}{144[mm]} = 1,302 \quad (5.129)$$

Donde el valor de v , se ha tomado 0,7 y está relacionado con el tipo de apoyo que posee en sus extremos. Este valor se observa de la Figura 5.16.

Se puede comprobar que los muelles de acumulación de energía calculados para la cabina no sufren el fenómeno del pandeo, por lo que el diseño y el cálculo de ambos muelles es correcto y la relación estimada ($D_s/d=6$) proporciona un resultado correcto.

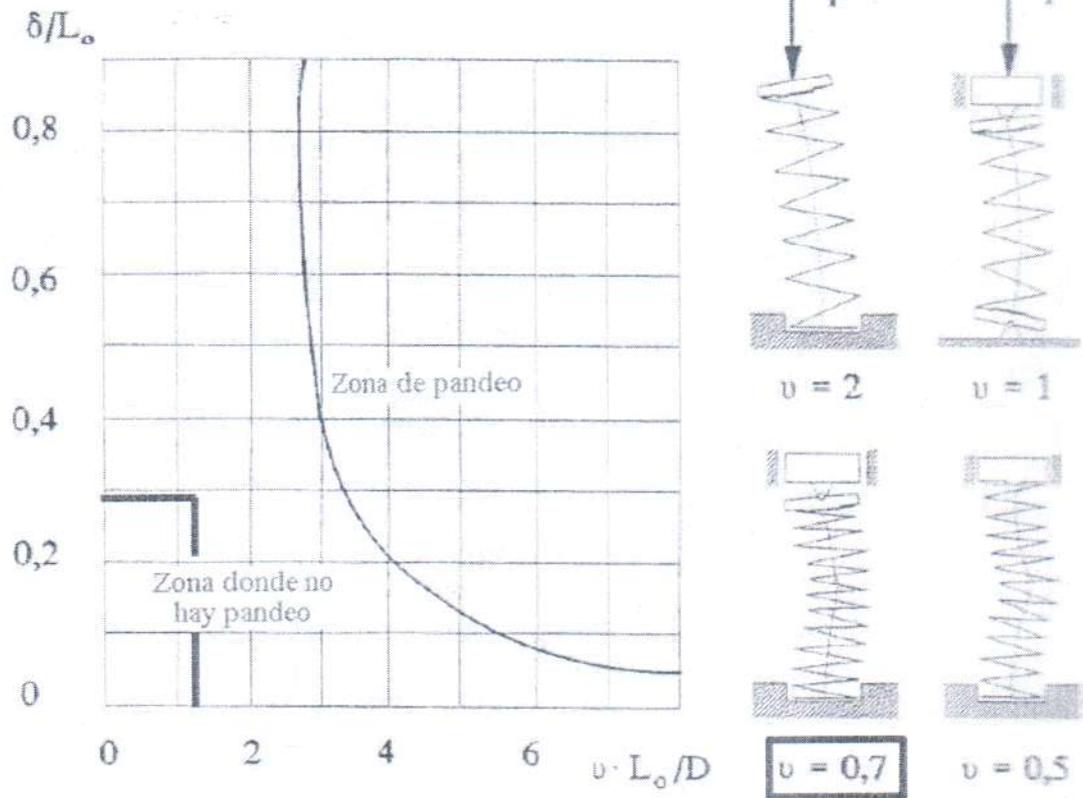


Figura 5.16 Zonas de Pandeo.

Las Ec. (5.130) y (5.131) permiten calcular las dimensiones externas e internas en lo referente al diámetro del resorte:

$$D_e = D_s + 2 \times \frac{d}{2} \quad (5.130)$$

$$D_i = D_s - 2 \times \frac{d}{2} \quad (5.131)$$

Sustituyendo los valores en las Ec. (5.130) y (5.131), resulta:

$$D_e = 144[mm] + 2 \times \frac{24[mm]}{2} = 168[mm]$$



$$D_i = 144[mm] - 2 \times \frac{24[mm]}{2} = 120[mm]$$

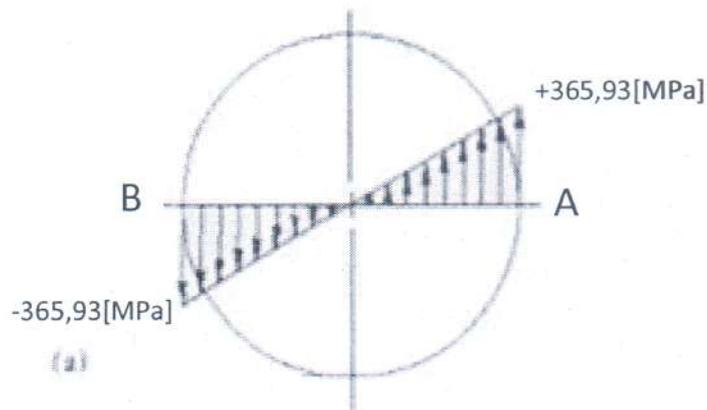
El siguiente paso, será cuantificar las tensiones tangenciales originadas por torsión y cizalladura en la sección circular de la espira. De este modo, y analizando los términos de la Ec. (5.107), se tienen los valores de tensiones tangenciales junto con la representación del diagrama de esfuerzos (Figura 5.17), donde se ven los esfuerzos debidos solo a torsión (a), debidos solo a cizalladura (b), y debidos a la superposición de ambos (c). En cuanto a (d) (que corresponde al verdadero diagrama de esfuerzos cortantes), no se ha procedido a su cuantificación debido a su complejidad, y si bien para el cálculo y dimensionamiento del resorte se realizó con los valores reales (teniendo en cuenta la curvatura) se toma por válido la aproximación de la superposición de esfuerzos en (c), ya que estos valores tienen como finalidad solo verificar que cumplan las tensiones admisibles.

$$\tau = \frac{8 \times F \times D_s}{\pi \times d^3} \pm \frac{4 \times F}{\pi \times d^2} \quad (5.107)$$

Sustituyendo los valores en los términos de la Ec. (5.107) resulta:

$$\tau_{MT} = \frac{8 \times F \times D_s}{\pi \times d^3} = \frac{8 \times 13795,3[N] \times 144[mm]}{\pi \times (24[mm])^3} = 365,93[MPa]$$

$$\tau_c = \frac{4 \times F}{\pi \times d^2} = \frac{4 \times 13795,3[N]}{\pi \times (24[mm])^2} = 30,5[MPa]$$



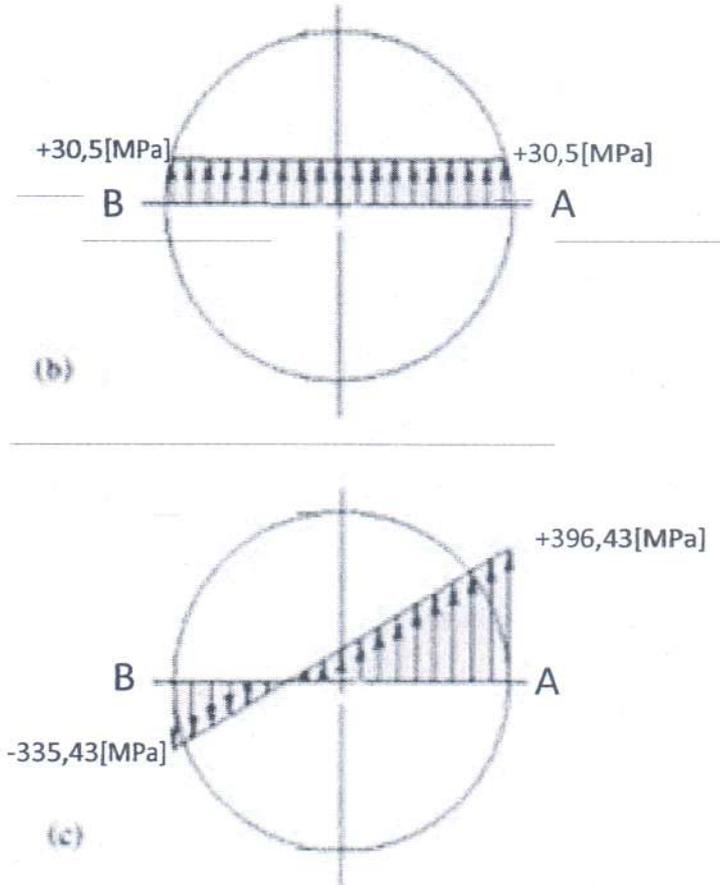


Figura 5.17 Diagrama de tensiones tangenciales en la espira

De esta manera, y sabiendo que la tensión tangencial máxima pertenece al punto A, cuyo valor es de 395,43 [MPa], se procede a evaluar su resistencia comparándola con la tensión tangencial admisible:

$$\tau_p = \frac{0,57 \times \sigma_{ts}}{S} \quad (5.113)$$

Donde

σ_{ts} es el límite elástico del material;

S es el coeficiente de seguridad.



Sustituyendo los valores y recordando que el coeficiente de seguridad es igual a 2 en la Ec. (5.113), resulta:

$$\tau_p = \frac{0,57 \times 1620 [MPa]}{2} = 461,7 [MPa]$$

Por lo tanto, como la tensión tangencial admisible es mayor a la tensión tangencial máximo, el diseño es válido y los resortes soportan los esfuerzos con un coeficiente de seguridad de 2.

$$\tau_p \geq \tau_{total}$$

$$461,7 [MPa] > 395,43 [MPa] \quad \text{Verifica}$$

Por último, ya que se trata de un amortiguador de acumulación de energía, sería interesante cuantificar una serie de magnitudes, como son la energía potencial elástica durante el choque en la Ec. (5.132), la desaceleración máxima durante el choque en la Ec. (5.133), y el tiempo de duración del mismo en la Ec. (5.134):

$$E_{pot} = \frac{1}{2} \times k \times f_{max}^2 \quad (5.132)$$

$$a_{max} = \frac{v^2}{f_{max}} \quad (5.133)$$

$$t_{choque} = \frac{\pi}{2 \times w_0} \quad (5.134)$$

Donde w_0 es la frecuencia propia de vibración y está dada por la Ec. (5.135):

$$w_0 = \frac{v}{f_{max}} \quad (5.135)$$

Reemplazando y sustituyendo los valores desde la Ec. (5.132) hasta la (5.135) resulta:

$$E_{pot} = \frac{1}{2} \times 181,5 \left[\frac{KN}{m} \right] \times (0,076 [m])^2 = 524,2 [J]$$

$$a_{max} = \frac{(0,75 \left[\frac{m}{s} \right])^2}{0,076 [m]} = 7,4 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$



$$t_{\text{choque}} = \frac{\pi}{2 \times \frac{0,75 \left[\frac{m}{s} \right]}{0,076 [m]}} = 0,16 [s]$$

El tiempo de choque es el tiempo durante el cual produce la absorción de energía, correspondiente a $\frac{1}{4}$ del periodo de vibración del sistema masa-muelle.

En el cálculo anterior, se ha considerado el choque de una masa M que se mueve a velocidad v contra un muelle de característica elástica lineal con constante de rigidez k . A partir del instante en que la masa entra en contacto con el muelle, la primera se desacelera hasta que se detiene, momento en el cual el muelle ha absorbido toda la energía cinética de la masa.

Mientras la masa y el muelle no pierden el contacto, el conjunto se comporta como un sistema vibratorio masa-muelle. En efecto, el momento inicial del contacto masa-muelle se establece como posición de equilibrio y el movimiento se iniciara con la velocidad inicial de la masa en el momento de contacto en el sentido de compresión del muelle.

De este modo, aplicando la teoría de las vibraciones (estudio en el cual no se entra en detalle) al sistema masa-muelle definido, se puede obtener mediante las ecuaciones que figuraban desde la Ec. (5.132) hasta la Ec. (5.135), que corresponden a $\frac{1}{4}$ del ciclo completo de oscilación.

5.6.2 Amortiguadores del contrapeso

Una vez calculados los amortiguadores de acumulación de energía para la cabina, el cálculo correspondiente para el contrapeso es análogo al de la cabina, por lo tanto sin entrar en demasiados detalles se parte de la Ec. (5.108):

$$K_w = \frac{6 - 0,25}{6 - 1} + \frac{0,615}{6} = 1,253$$

Seguidamente, se determina la tensión admisible a torsión del material dada por la Ec. (5.113):

$$\tau_p = \frac{0,57}{2} \times 1620 [MPa] = 461,7 [MPa]$$

El siguiente paso, consiste en hallar la fuerza máxima aplicado al resorte. Por lo tanto de la Ec. (5.115), se obtiene la F para el muelle:



$$F = 2,5 \times (862,5[kg]) \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right] = 21152,8 [N]$$

Queda aclarar que la fuerza máxima a soportar por el muelle es la referida a la masa del contrapeso, que en este caso es de 862,5 [kg].

El diámetro del hilo (Ec. (5.114)) resulta:

$$d \geq \sqrt{\frac{8 \times 21152,8 [N] \times 1,253 \times 6}{\pi \times 461,7 [MPa]}} \cong 30 [mm]$$

$$\therefore D_s = 30[mm] \times 6 = 180[mm]$$

Luego la carrera máxima del amortiguador dada por la Ec. (5.125) será:

$$f_{max} = \{65[mm]; 0,135 \times v^2\} \rightarrow 0,135 \times \left(0,75 \left[\frac{m}{s} \right] \right)^2 = 76[mm]$$

$$f_{max} = 76[mm]$$

El valor de la rigidez del resorte dada por la Ec. (5.126) será:

$$k = \frac{F}{f_{max}} = \frac{21152,8 [N]}{76[mm]} = 278,3 \left[\frac{N}{mm} \right]$$

Y por lo tanto, el número de espiras activas (Ec. (5.124)) es:

$$n = \frac{G \times d^4}{8 \times k \times D_s^3} = \frac{80000[MPa] \times (30[mm])^4}{8 \times 278,3 \left[\frac{N}{mm} \right] \times (180[mm])^3} = 4,99 [esp] \cong 5[esp]$$

Con los valores obtenidos, es necesario comprobar que el amortiguador calculado no llegue a pandear. Para ello se procede al cálculo de la longitud inicial, pero previamente se debe analizar el tipo de extremo a utilizar en el resorte.

Para nuestro caso, el tipo de extremo de resorte de compresión será del tipo escuadrado, por lo tanto el número de espiras inactivas es $N_0=1$. A continuación se calcula la longitud libre con la Ec. (5.127):

$$l_0 = (N_A + N_0) \times d + f_{max} \quad (5.127)$$



$$l_0 = (5 + 1) \times 30[\text{mm}] + 76[\text{mm}] = 256 [\text{mm}]$$

Luego para evaluar el pandeo de los resortes empleados, se utilizara la gráfica de la Figura 6.6. Para ello es necesario hallar los valores de los ejes de coordenada, que vienen determinadas por las siguientes Ec. (6.20) y (6.21):

$$\frac{f_{max}}{l_0} = \frac{76[\text{mm}]}{256[\text{mm}]} = 0,3 \quad (6.20)$$

$$v \times \frac{l_0}{D_s} = 0,7 \times \frac{256[\text{mm}]}{180[\text{mm}]} \cong 1 \quad (6.21)$$

Donde el valor de v , se ha tomado 0,7 y está relacionado con el tipo de apoyo que posee en sus extremos.

Observando la Figura 5.18, se puede comprobar que el muelle de acumulación de energía calculados no sufren el fenómeno del pandeo, por lo que el diseño y el cálculo es correcto y la relación estimada ($D_s/d=6$) proporciona un resultado correcto.

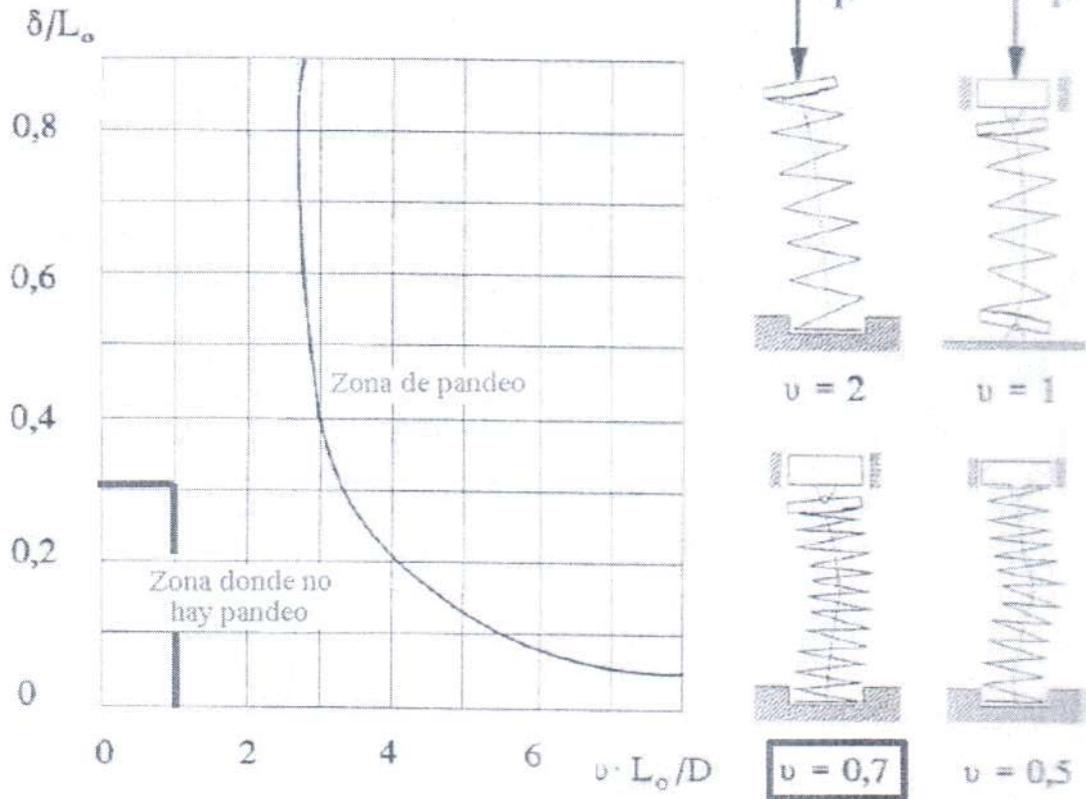


Figura 5.18- Zonas de Pandeo.

Las Ec. (5.130) y (5.131) permiten calcular las dimensiones externas e internas en lo referente al diámetro del resorte:

$$D_e = D_s + 2 \times \frac{d}{2} \quad (5.130)$$

$$D_i = D_s - 2 \times \frac{d}{2} \quad (5.131)$$

Sustituyendo los valores en las Ec. (5.130) y (5.131), resulta:

$$D_e = 180[mm] + 2 \times \frac{30[mm]}{2} = 210[mm]$$



$$D_i = 180[\text{mm}] - 2 \times \frac{30[\text{mm}]}{2} = 150[\text{mm}]$$

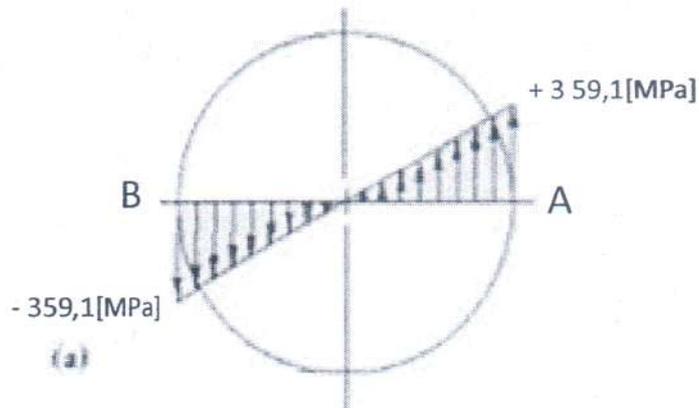
El siguiente paso, será cuantificar las tensiones tangenciales originadas por torsión y cizalladura en la sección circular de la espira. De este modo, y analizando los términos de la Ec. (5.107), se tienen los valores de tensiones tangenciales junto con la representación del diagrama de esfuerzos (Figura 5.19) análogo al de los amortiguadores de la cabina, por lo tanto:

$$\tau = \frac{8 \times F \times D_s}{\pi \times d^3} \pm \frac{4 \times F}{\pi \times d^2} \quad (5.107)$$

Sustituyendo los valores en los términos de la Ec. (5.107) resulta:

$$\tau_{MT} = \frac{8 \times F \times D_s}{\pi \times d^3} = \frac{8 \times 21152,8[\text{N}] \times 180[\text{mm}]}{\pi \times (30[\text{mm}])^3} = 359,1[\text{MPa}]$$

$$\tau_c = \frac{4 \times F}{\pi \times d^2} = \frac{4 \times 21152,8[\text{N}]}{\pi \times (30[\text{mm}])^2} = 29,93[\text{MPa}]$$



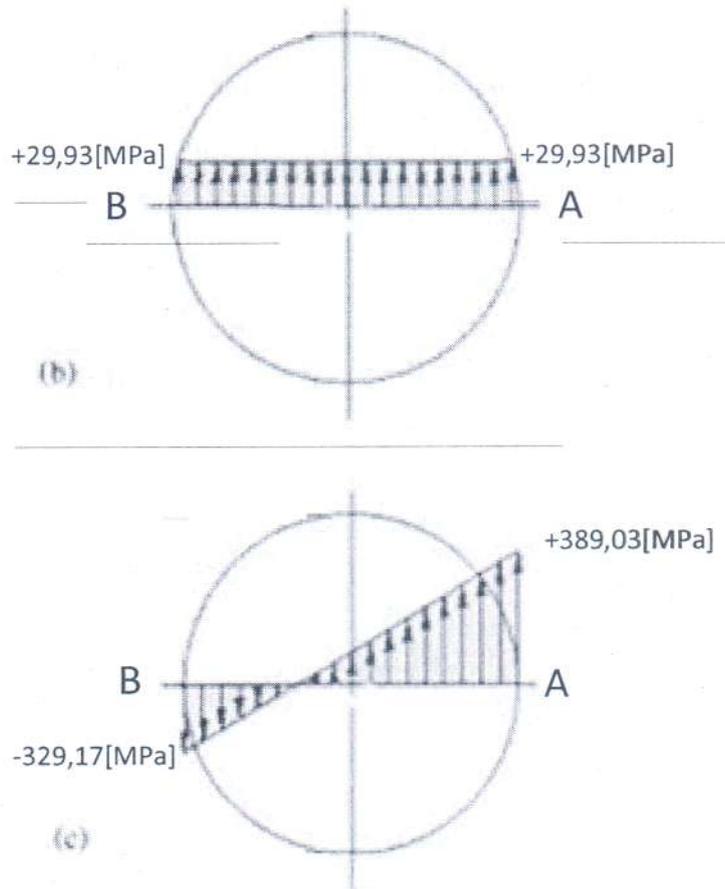


Figura 5.19 Diagrama de tensiones tangenciales en la espira

De esta manera, y sabiendo que la tensión tangencial máxima pertenece al punto A, cuyo valor es de 389,03[MPa], se procede a evaluar su resistencia comparándola con la tensión tangencial admisible:

$$\tau_p = \frac{0,57 \times \sigma_{ts}}{S} \quad (5.113)$$

Donde

σ_{ts} es el límite elástico del material;

S es el coeficiente de seguridad.



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Sustituyendo los valores y recordando que el coeficiente de seguridad es igual a 2 en la Ec. (5.113), resulta:

$$\tau_p = \frac{0,57 \times 1620 [\text{MPa}]}{2} = 461,7 [\text{MPa}]$$

Por lo tanto, como la tensión tangencial admisible es mayor a la **tensión tangencial** máximo, el diseño es válido y los resortes soportan los esfuerzos con **un coeficiente** de seguridad de 2.

$$\tau_p \geq \tau_{total}$$

$$461,7 [\text{MPa}] > 389,03 [\text{MPa}]$$

Verifica

Por último, se cuantifica una serie de magnitudes, como son la **energía** potencial elástica durante el choque, la desaceleración máxima durante el choque, **y el tiempo** de duración del mismo:

$$E_{pot} = \frac{1}{2} \times 278,3 \left[\frac{\text{KN}}{\text{m}} \right] \times (0,076 [\text{m}])^2 = 803,7 [\text{J}]$$

$$a_{max} = \frac{(0,75 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right])^2}{0,076 [\text{m}]} = 7,4 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

$$t_{choque} = \frac{\pi}{2 \times \frac{0,75 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]}{0,076 [\text{m}]}} = 0,16 [\text{s}]$$



5.7 Cálculos para el diseño de la arcata (bastidor)

Para el cálculo del bastidor del ascensor, se debió analizar qué tipos de sollicitaciones estaban presentes, ya que este tipo de estructura no es como la del ascensor convencional. Como la Norma EN 81-1 no presenta criterios definidos para su cálculo, se procedió a calcular los esfuerzos presentes para las distintas partes del bastidor teniendo en cuenta los factores de impacto utilizados en el diseño de guías. También se plantea el criterio de distribución de carga nominal (Q) establecida en la Norma EN 81-1, el cual define que debe estar uniformemente distribuida dentro de las $\frac{3}{4}$ partes del área de la cabina, lo que supone dos casos distintos de distribución de carga, uno respecto al eje X y otro respecto al eje Y. Este método tiene como fin evaluar el estado de carga más desfavorable que debe soportar la estructura.

Los siguientes esquemas (Figura 5.20) muestran ambos casos de distribución de carga, para un ascensor guiado y suspendido en voladizo, que ejemplifica el ascensor lateral o ascensor con sala de máquinas reducida (nuestro caso).

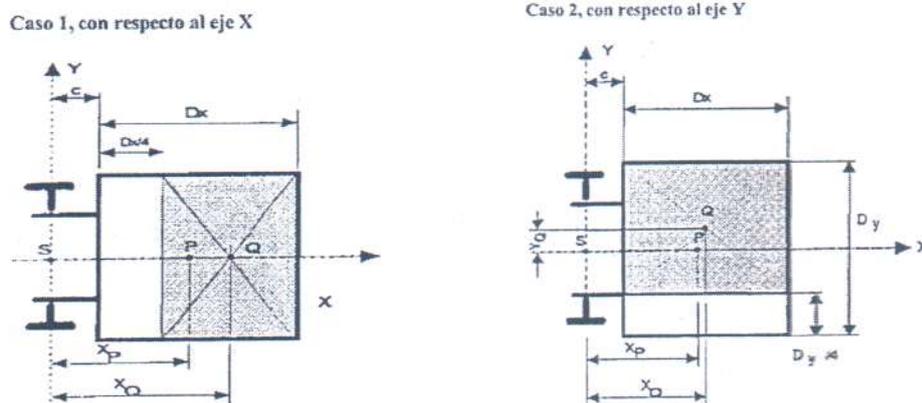


Figura 5.20 Distribución de carga

Además, tendremos en cuenta la Ordenanza N°16589 que en el Capítulo 13, apartado 14.1 Bastidor, establece: " La estructura del bastidor se dimensionará para soportar los esfuerzos de trabajo de funcionamiento normal del coche y, en las partes correspondientes, el impacto contra el paragolpes, como asimismo para resistir las tensiones que se originen al entrar en acción el paracaídas.

Los distintos elementos que integran el bastidor serán de acero, cuya tensión de trabajo no será mayor que $1/5$ de la tensión de rotura del material".



Antes de comenzar con el cálculo de los esfuerzos sobre la arcata es necesario determinar los esfuerzos admisibles que en ningún caso deben sobrepasar los largueros y travesaños seleccionados. A partir del valor de la tensión de rotura (σ_r) del acero, que para este cálculo se toma un valor promedio de 440 N/mm², la tensión de trabajo será:

$$\sigma_{adm} \leq \frac{\sigma_r}{\text{coeficiente de seg.}} = \frac{440 \left[\frac{N}{mm^2} \right]}{5} = 88 [MPa]$$

Funcionamiento normal del coche

- *Calculo de solicitaciones para Caso 1 de distribución de Carga:*

Ménsula:

Para el comienzo del cálculo de los esfuerzos en la ménsula, las solicitaciones sobre ella son debidas al peso de la cabina, y a la carga, que como se dijo anteriormente es una carga distribuida en el 75% del área de la cabina. Para dicho cálculo, se considera la ménsula como una viga empotrada. Además se tendrá en cuenta para el cálculo de los esfuerzos el factor de impacto según la Tabla 5.2.

El factor de impacto k_2 se emplea para tener en consideración la parada brusca de la cabina debido a la actuación del dispositivo eléctrico de seguridad o a la interrupción accidental de la energía de la red.



Tabla 5.2 Valor del factor de impacto

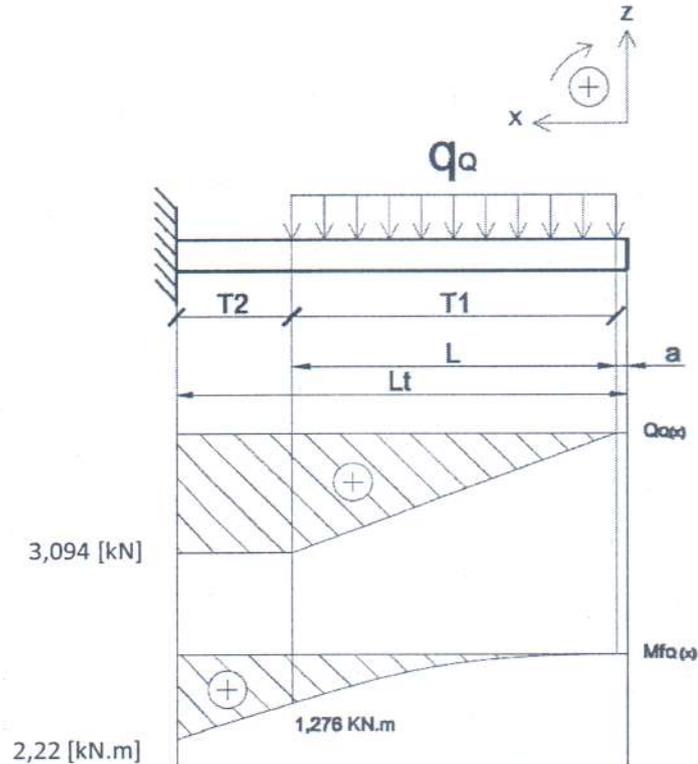
Factores de impacto

Impacto por	Factor de impacto	Valor
Actuación de paracaídas instantáneo o dispositivo de bloqueo, excepto de tipo de rodillo	k_1	5
Actuación de paracaídas instantáneo de tipo de rodillo, o dispositivo de bloqueo de tipo de rodillo, o dispositivo de retén con amortiguador de tipo de acumulación de energía, o amortiguador de acumulación de energía.		3
Actuación de paracaídas progresivo, o dispositivo de bloqueo progresivo, o dispositivo de retén con amortiguador de tipo de disipación de energía, o amortiguador de tipo de disipación de energía		2
Válvula paracaídas		2
Funcionando	k_2	1,2
Partes auxiliares	k_3	(...) ¹⁾
1) El valor tiene que determinarse por el fabricante, puesto que depende de cada instalación real.		

Otro punto a tener en cuenta, es que para el Caso 1, la carga es simétrica, por lo tanto las ménsulas están solicitadas al mismo esfuerzo y a la mitad de la carga y del peso de la cabina.

Para el cálculo de los esfuerzos presentes en toda la estructura, solo se tendrán en cuenta los causados por los momentos flectores y torsores, debido a que estos son de una magnitud mucho mayor en comparación a los esfuerzos de corte y tracción, de manera tal que estos últimos pueden ser despreciados.

Queda aclarar que se analizan los esfuerzos de Q y P por separado para un mayor entendimiento. La Figura 5.21 muestra la distribución de la carga debido a Q en la ménsula:



Esquema 5.21 Distribución de carga de la carga Q

Donde:

- T1 es el tramo de la mensula donde se esta aplicando la carga distribuida;
- T2 es el tramo de la mensula donde no se aplica la carga distribuida pero esta fluenciada por está.

La carga distribuida esta dada por la Ec. (5.136):

$$q_{Q(x)} = \frac{k_2 \times \frac{Q}{2} \times g_n}{0,75 \times x} \quad (5.136)$$

Dónde:

- K_2 es el factor de impacto según Tabla 5.2 (1,2);
- g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);





- Q es la carga nominal (525 Kg);
- l_t es la longitud respecto de X del ancho de la cabina del ascensor incluyendo paredes (1,16[m]);
- l es la longitud respecto de X de la plataforma del ascensor donde esta aplicada la carga distribuida Q (0,825 [m]^(*));
- a es el ancho de la pared del ascensor (0,03[m]).

Siendo:

$$l = 0,75 \times (l_t - 2 \times a) = 0,75 \times (1,16[m] - 2 \times 0,03[m]) = 0,825[m]$$

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.136) para x = l resulta:

$$q_{Q(l)} = \frac{1,2 \times \frac{525[kg]}{2} \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{0,825[m]} = 3,75 \left[\frac{kN}{m} \right]$$

Para analizar las fuerzas y momentos debido a la carga q, se divide el largo total de la mensula en el tramo T1 y el T2.

Luego la fuerza debida a la carga distribuida en el tramo T1 esta dada por la Ec. (5.137):

$$Q_{Q-T1}(x) = \int q_{Q(l)} dx \quad (5.137)$$

$$Q_{Q-T1}(x) = q_{Q(l)} \times x + C_0$$

Siendo C₀ = 0, ya que de la Figura 5.21 Q_{Q(0)} = 0.

Sustituyendo en la Ec. (5.137) resulta:

$$Q_{Q-T1}(x) = 3,75 \left[\frac{kN}{m} \right] \times x$$

Para x = 0,825[m] resulta:

$$Q_{Q-T1}(l) = 3,75 \left[\frac{kN}{m} \right] \times 0,825[m] = 3,094 [kN]$$



Finalmente el momento flector en el tramo T1 viene dado por la Ec. (5.138):

$$Mf_{Q-T1}(x) = \int Q_{Q-T1}(x) dx \quad (5.138)$$

$$Mf_{Q-T1}(x) = \int 3,75 \left[\frac{kN}{m} \right] \times x dx$$

Integrando la Ec. (5.138) resulta:

$$Mf_{Q-T1}(x) = 3,75 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} + C_1$$

Siendo $C_1 = 0$, ya que de la Figura 5.21 $Mf_{Q(0)} = 0$. Por lo tanto, el momento flector en x debido a la carga Q en el tramo T1 resulta ser:

$$Mf_{Q-T1}(x) = 3,75 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2}$$

Para $x = 0,825[m]$ resulta:

$$Mf_{Q-T1(l)} = 3,75 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{(0,825[m])^2}{2} = 1,276 [kN \cdot m]$$

Por otra parte, la fuerza debida a la carga distribuida en el tramo T2 esta dada por la Ec. (5.139):

$$Q_{Q-T2}(x) = \int q_{Q(l)} dx \quad (5.139)$$

$$Q_{Q-T2}(x) = q_{Q(l)} \times x + C_2$$

Siendo $q_{Q(l)} = 0$ ya que en el tramo T2 no hay aplicada ninguna carga distribuida, y $C_2 = 3,094 [kN]$, ya que de la Figura 5.21 $Q_{Q(l)} = 3,094 [kN]$.

Sustituyendo en la (5.139) resulta:

$$Q_{Q-T2}(x) = 3,094 [kN]$$

Finalmente el momento flector en el tramo T2 viene dado por la Ec. (5.140):

$$Mf_{Q-T2}(x) = \int Q_{Q-T2}(x) dx \quad (5.140)$$

$$Mf_{Q-T2}(x) = \int 3,094[kN] dx$$

Integrando la Ec. (5.140) resulta:

$$Mf_{Q-T2}(x) = 3,094[kN] \times x + C_3$$

Siendo $C_3 = 1,276$ [kN.m], ya que de la Figura 5.21 $Mf_{Q(1)} = 1,276$ [kN.m]. Por lo tanto, el momento flector en x debido a la carga Q en el tramo T1 resulta ser:

$$Mf_{Q-T2}(x) = 3,094[kN] \times x + 1,276 [kN.m]$$

Para el tramo T2, la distancia hasta el empotrado será:

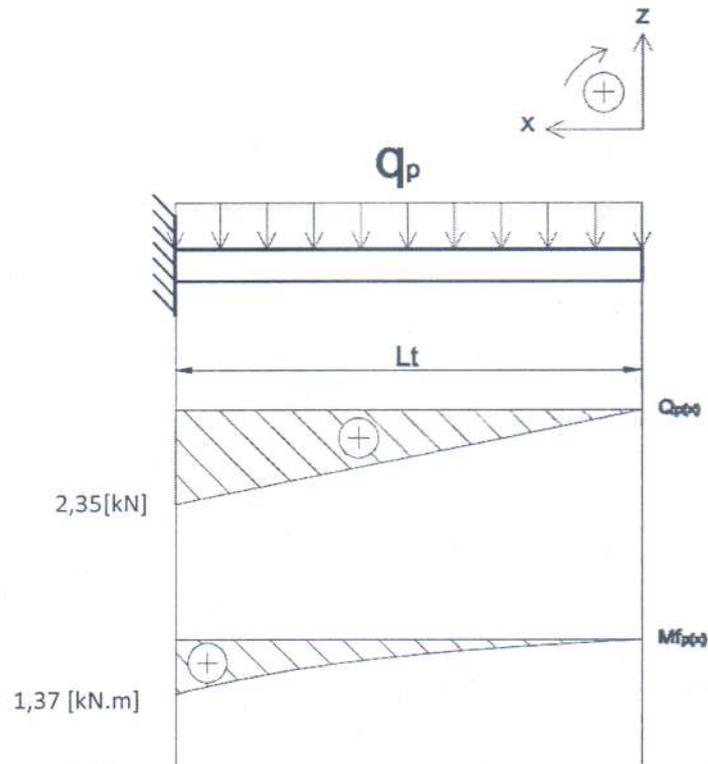
$$x = lt - l - a = 1,16[m] - 0,825[m] - 0,03[m] = 0,305[m]$$

Sustituyendo los valores el momento flector en el tramo T2 será:

$$Mf_{Q-T2}(lt-l-a) = 3,094[kN] \times 0,305[m] + 1,276 [kN.m] = 2,22[kN.m]$$



Luego, La Figura 5.22 muestra la distribución de la carga debido a P de la ménsula:



Esquema 5.22 Distribución de carga de la carga P

La carga distribuida esta dada por la Ec. (5.141):

$$q_p(x) = \frac{k_2 \times \frac{P}{2} \times g_n}{x} \quad (5.141)$$

Dónde:

K_2 es el factor de impacto según Tabla 5.2 (1,2);

g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);

P es la masa de la cabina vacía (400 kg);



lt es la longitud respecto de X del ancho de la cabina del ascensor incluyendo paredes (1,16[m]).

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.141) para $x = lt$ resulta:

$$q_p(lt) = \frac{1,2 \times \frac{400[kg]}{2} \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2}\right]}{(1,16[m])} = 2,03 \left[\frac{kN}{m}\right]$$

Luego la fuerza debida a la carga distribuida esta dada por la Ec. (5.142):

$$Q_p(x) = \int q_p(lt) dx \quad (5.142)$$

$$Q_p(x) = q_p(lt) \times x + C_4$$

Siendo $C_4 = 0$, ya que de la Figura 5.22 $Q_p(0) = 0$.

Sustituyendo en la Ec. (5.142) resulta:

$$Q_p(x) = 2,03 \left[\frac{kN}{m}\right] \times x$$

Para $x = 1,16[m]$ resulta:

$$Q_p(lt) = 2,03 \left[\frac{kN}{m}\right] \times 1,16[m] = 2,35 [kN]$$

Finalmente el momento flector viene dado por la Ec. (5.143):

$$Mf_p(x) = \int Q_p(x) dx \quad (5.143)$$

$$Mf_p(x) = \int 2,03 \left[\frac{kN}{m}\right] \times x dx$$

Integrando la Ec. (5.143) resulta:

$$Mf_{Q-T1}(x) = 2,03 \left[\frac{kN}{m}\right] \times \frac{x^2}{2} + C_5$$



Siendo $C_5 = 0$, ya que de la Figura 5.22 $M_{fp(0)} = 0$. Por lo tanto, el momento flector en x debido a la carga P resulta ser:

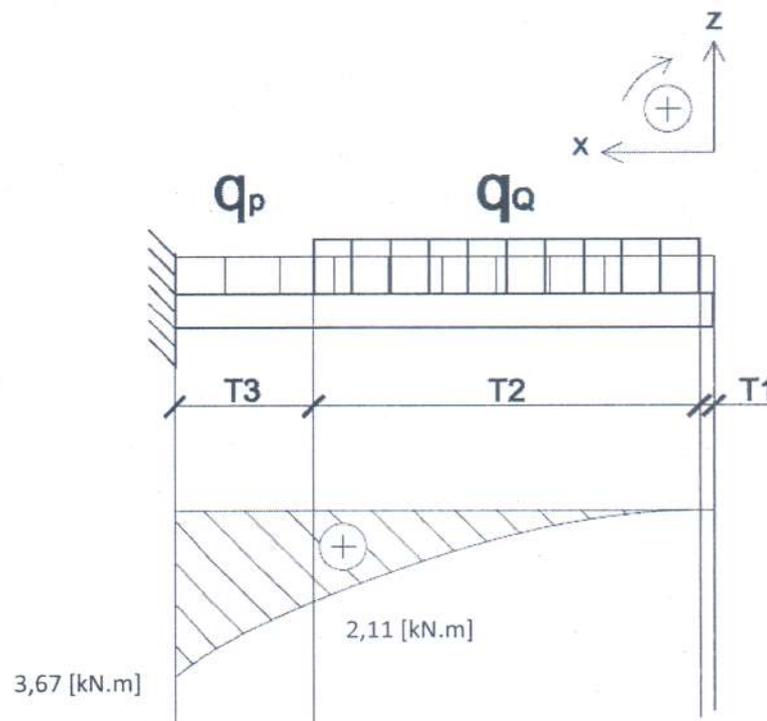
$$M_{fp(x)} = 2,03 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2}$$

Para $x = 1,16[m]$ resulta:

$$M_{fp(tt)} = 2,03 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{(1,16[m])^2}{2} = 1,37 [kN.m]$$

Una vez que analizamos por partes los esfuerzos debido a las dos cargas, se analiza el esfuerzo resultante que es el que nos permitira definir el perfil necesario capaz de soportar dichos esfuerzos.

La Figura 5.23 representa la mensula con todos los esfuerzos, lo cual se decidio dividirla en 3 tramos:



Esquema 5.23 Distribución de carga de la carga Q y P .



- Para el tramo T1, comprendido entre 0 y a, el momento flector resulta:

$$Mf_{(x)} = 2,03 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2}$$

Siendo $x = a = 0,03[m]$, resulta:

$$Mf_{(a)} = 2,03 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{(0,03[m])^2}{2} = 9,135 \times 10^{-4} [kN.m]$$

- Para el tramo T2, comprendido entre a y l+a, el momento flector resulta:

$$Mf_{(x)} = 3,75 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} \Big|_{0,03[m]}^{0,855[m]} + 2,03 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} \Big|_{0,03[m]}^{0,855[m]} + C_6 = 2,11 [kN.m]$$

Siendo $C_6 = 9,135 \times 10^{-4} [kN.m]$, ya que de la Figura 7.3 $Mf_{p(a)} = 9,135 \times 10^{-4} [kN.m]$.

- Finalmente para el tramo T3, comprendido entre lt y l+a, el momento flector resulta:

$$Mf_{(x)} = 2,03 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} \Big|_{0,855[m]}^{1,16[m]} + 3,09 \left[\frac{kN}{m} \right] \times x \Big|_{0,855[m]}^{1,16[m]} \\ + 1,276 [kN.m] \Big|_{0,855[m]}^{1,16[m]} + 2,11 [kN.m] = 3,67 [kN.m]$$

Por último, el esfuerzo de flexión sobre la ménsula respecto al eje X queda reflejado por la Ec. :

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \quad (5.144)$$

Donde

M_x es el momento flector respecto al eje X (3,67 kN.m);



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERIA

W_x es el modulo resistente de la superficie de la sección transversal (en m^3).

Teniendo el mayor valor del momento flector, y la tensión de trabajo admisible, se procede a calcular el modulo resistente necesario del perfil.

Por lo tanto, despejando y sustituyendo los valores de la Ec. (5.144), resulta:

$$W_x = \frac{M_x}{\sigma_x} = \frac{3,67[kN.m]}{88[MPa]} = 41,7 \times 10^{-6}[m^3]$$

Para la elección de los perfiles que componen las ménsulas, se optó por uno de sección tipo C de chapa plegada, ya que este perfil posee un módulo resistente elevado y con un peso por metro cuadrado menor que con respecto a otros perfiles. Lo que resulta una muy buena combinación entre resistencia a la flexión y el peso que aporta a la estructura. Además, desde el punto de vista mecánico, permite realizar con facilidad el ensamble entre las distintas partes del bastidor.

En primera medida, los perfiles C de chapa plegada no son estándar sino que son fabricadas a medida. De acuerdo a datos e información recopilados, un espesor de 3/16 '' para el perfil es adecuado para conformar la estructura. Finalmente seleccionaremos el fabricante Plecor, que provee de este tipo de perfil C hecho a medida (Anexo D).

Travesaño entre ménsulas:

Se procede de la misma manera que en el cálculo de la ménsula para el Caso 1, donde la tracción de los cables sobre el travesaño genera esfuerzos simétricos.

Debido a que el travesaño entre ménsulas, se lo considera como una viga doblemente empotrada, se deberá utilizar como criterio, para el análisis de los esfuerzos, el principio de superposición ya que es un sistema hiperestático. En el libro "Mecánica de Materiales" de Mirco D. Chapetti, pagina 312, recomienda descomponer el sistema hiperestático en una suma de subsistemas isostáticos, es decir, reemplazar uno de los vínculos por sus reacciones.

La Figura 5.24, muestra la configuración del travesaño:

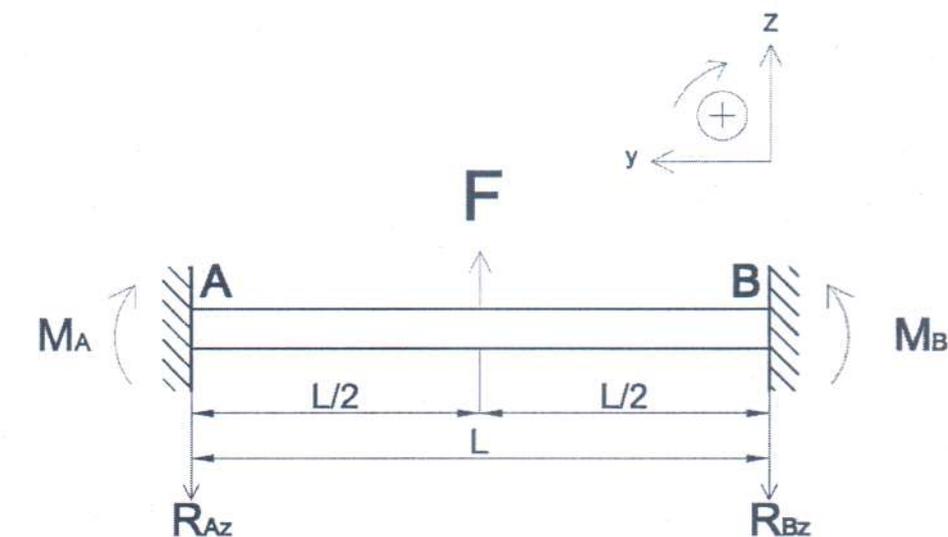


Figura 5.24 Configuración travesaño.

Cada empotramiento genera tres vínculos, por lo que el grado de hiperestaticidad es tres debido a que en el plano podemos plantear tres Ec. de equilibrio independientes.

El sistema de cargas permite deducir que no existirán reacciones horizontales en los empotramientos, por lo que solo tendremos reacciones verticales y momentos. Reemplazando el empotramiento B por sus vínculos, obteniendo la viga isostática en voladizo mostrada en la Figura 5.25:

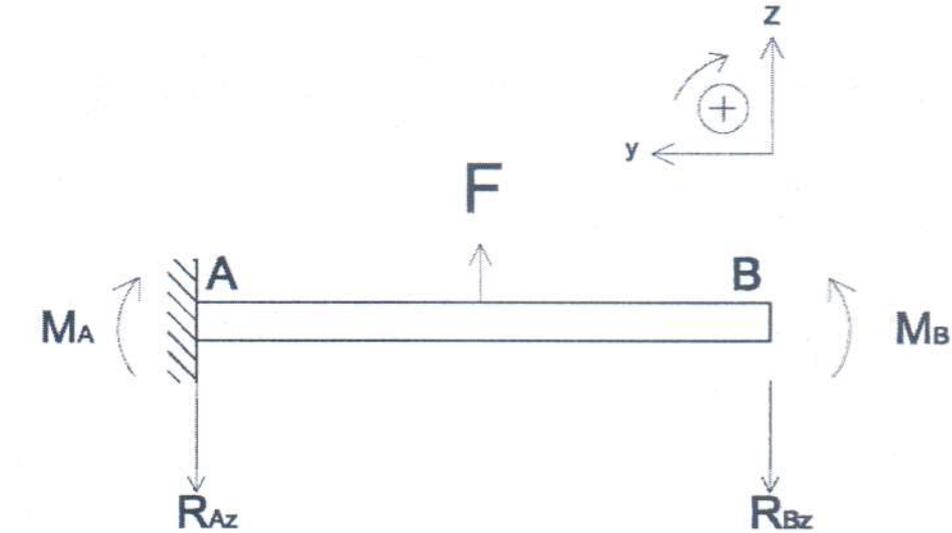


Figura 5.25 *Viga isostática en voladizo.*

Por lo tanto, el sistema de cargas de la viga isostática queda ahora definido por F (conocida), R_{Bz} y M_B .

A su vez, la viga isostática de la Figura 5.25 puede descomponerse en las tres vigas mostradas en la Figura 7.6, es decir, una por cada una de las cargas externas que actúan sobre la viga. La superposición de las tres elásticas debe dar como resultado la elástica de la viga hiperestática original. Podemos entonces determinar las incógnitas R_{Bz} y M_B planteando que el desplazamiento vertical y el giro en el empotramiento B deben ser nulos. Utilizando el principio de superposición, podemos plantear las siguientes Ec. :

$$z_B^F + z_B^{R_{Bz}} + z_B^{M_B} = z_B = 0 \quad (5.145)$$

$$\theta_B^F + \theta_B^{R_{Bz}} + \theta_B^{M_B} = \theta_B = 0 \quad (5.146)$$

Donde los términos de la Ec. (5.145) son los desplazamientos verticales debido a F , R_{Bz} y M_B , y los términos de la Ec. (5.146) son los giros también debido a F , R_{Bz} y M_B .



La Figura 5.26 muestra el travesaño con el diagrama de esfuerzo:

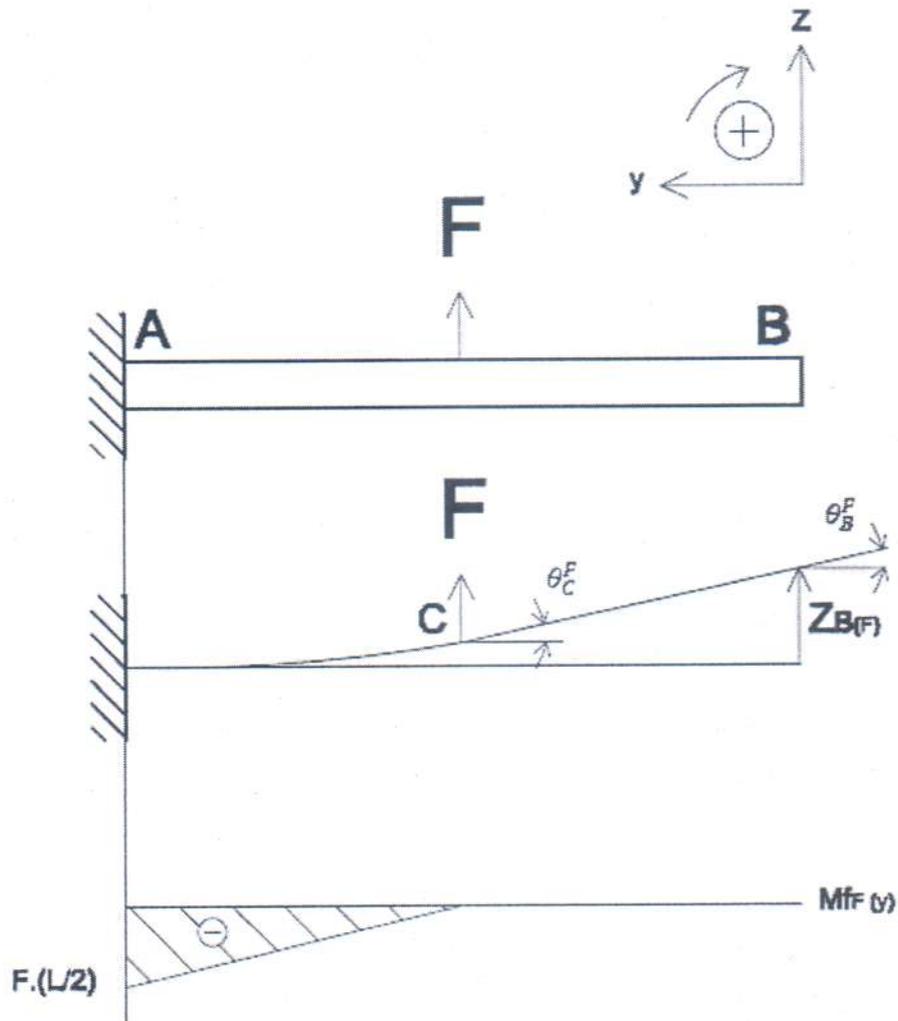


Figura 5.26.a Viga isostática en voladizo solo con la carga F.

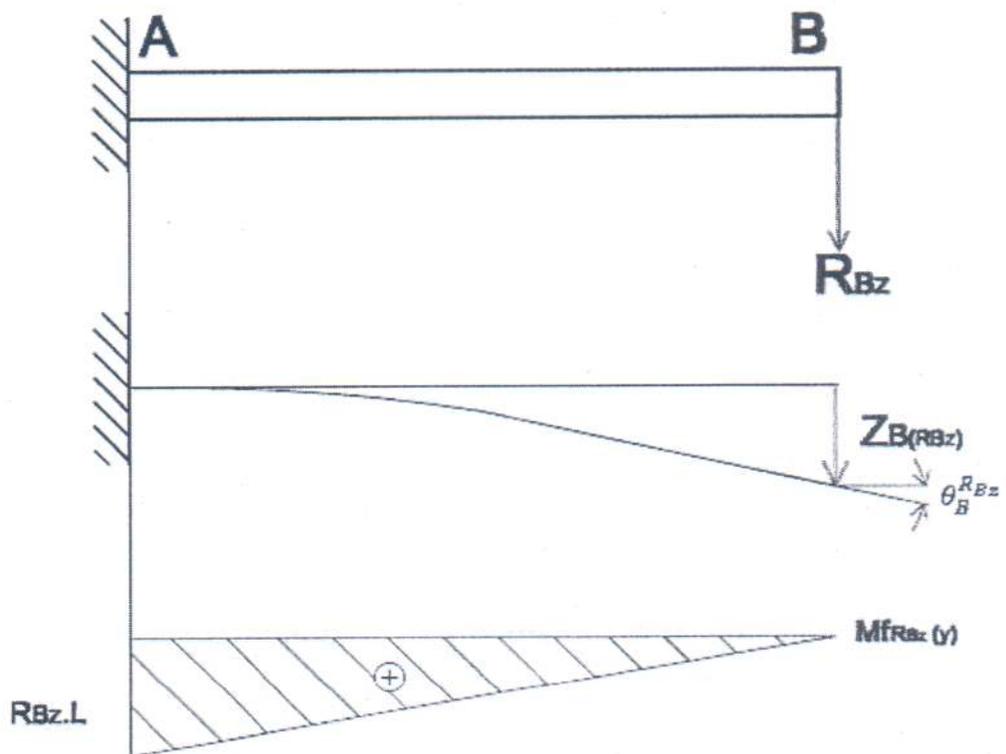
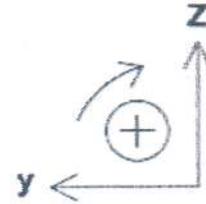


Figura 5.26.b Viga isostática en voladizo solo con la carga R_{Bz}

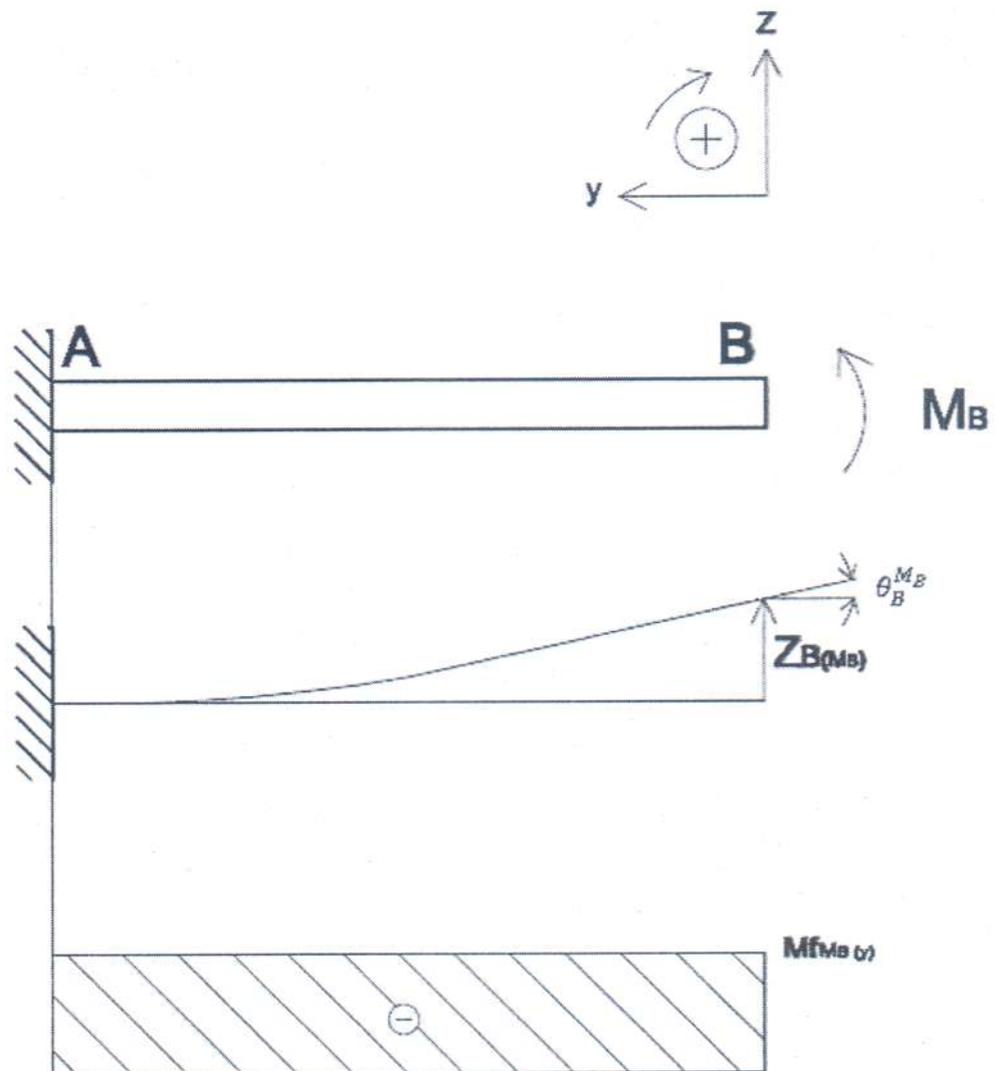


Figura 5.26.c Viga isostática en voladizo solo con el momento flector M_B .

Con el motivo de evitar el cálculo exhaustivo de cada uno de los términos de las Ec. (5.145) y (5.146), se obtiene la Ec. de la reacción vertical y la reacción de momento:

$$R_{Bz} = \frac{F}{2} \quad (5.147)$$

$$M_B = \frac{F \times L}{8} \quad (5.148)$$



Como anteriormente dijimos, solo nos interesa los esfuerzos debido a los momentos flectores y torsores, lo cual solo calcularemos M_B .

La fuerza (F) debido a la tensión de los cables y resulta ser:

$$F = k_2 \times m_T \times g_n \quad (5.149)$$

Dónde:

K_2 es el factor de impacto según Tabla 5.2 (1,2);

g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);

m_T es la masa de la cabina más la masa de la carga (1125 kg);

La fuerza debido a la tensión de los cables, está dada por la masa de la cabina más la masa de la carga, ya que como los cables no deslizan respecto de las poleas, debido al roce (ya calculado) entre estos, se considera que instante a instante es un punto fijo de amarre. Por lo tanto, la fuerza que deberá soportar, solo en este caso, es debida a la masa de la cabina junto con la máxima carga a la que fue diseñada.

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.149) resulta:

$$F = 1,2 \times 1125 [kg] \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right] = 13243,5 [N]$$

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.148) resulta:

$$M_B = \frac{13243,5 [N] \times 1,2}{8} = 1986,5 [N.m]$$

Por último, el esfuerzo de flexión sobre el travesaño respecto al eje Y queda reflejado por la Ec. :

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} \quad (5.150)$$

Donde

M_y es el momento flector respecto al eje X (1,98 kN.m);

W_y es el modulo resistente de la superficie de la sección transversal (en m³).



Teniendo el mayor valor del momento flector, y la tensión de trabajo admisible, se procede a calcular el modulo resistente necesario del perfil.

Por lo tanto, despejando y sustituyendo los valores de la Ec. (5.150), resulta:

$$W_y = \frac{M_y}{\sigma_y} = \frac{1,98[kN \cdot m]}{88[MPa]} = 22,5 \times 10^{-6}[m^3]$$

Para el travesaño usualmente se elige un perfil del tipo rectangular, el cual ofrece un mayor modulo resistente pero también un mayor peso en comparación al perfil del tipo C. La elección de este perfil rectangular, viene dado no solo por fines mecánicos sino que también constructivos. A esto nos referimos a que brinda mayor comodidad a la hora de unir mediante soldadura la sección del perfil con la brida que luego se abulona a la ménsula.



Largueros:

Al igual que en los casos anteriores, la carga es simétrica, por lo tanto los largueros están solicitados al mismo esfuerzo.

Los esfuerzos presentes en el larguero, estarán dados por los momentos flectores generados en el travesaño y en la ménsula, calculados anteriormente. Por lo tanto, los planos a analizar en el larguero serán el plano XZ y el plano YZ.

Por otra parte, el larguero se desliza mediante guidores sobre las guías. Para el cálculo mecánico consideramos el contacto entre estos como un vínculo doble y un vínculo simple, ya que el vínculo doble nos permitirá calcular el caso de pandeo en la situación de actuación de los elementos de seguridad, que se verán con posterioridad.

La Figura 5.27 nos permite observar los esfuerzos en el larguero provenientes de la ménsula y del travesaño:

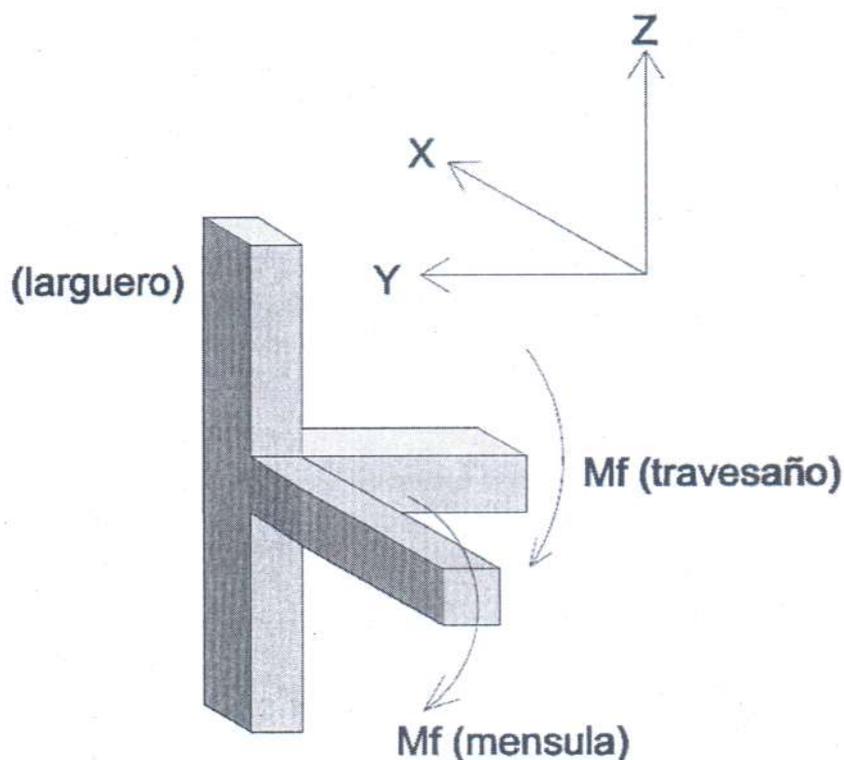


Figura 5.27.a Croquis de un sector del bastidor con los esfuerzos provenientes del travesaño y ménsula.

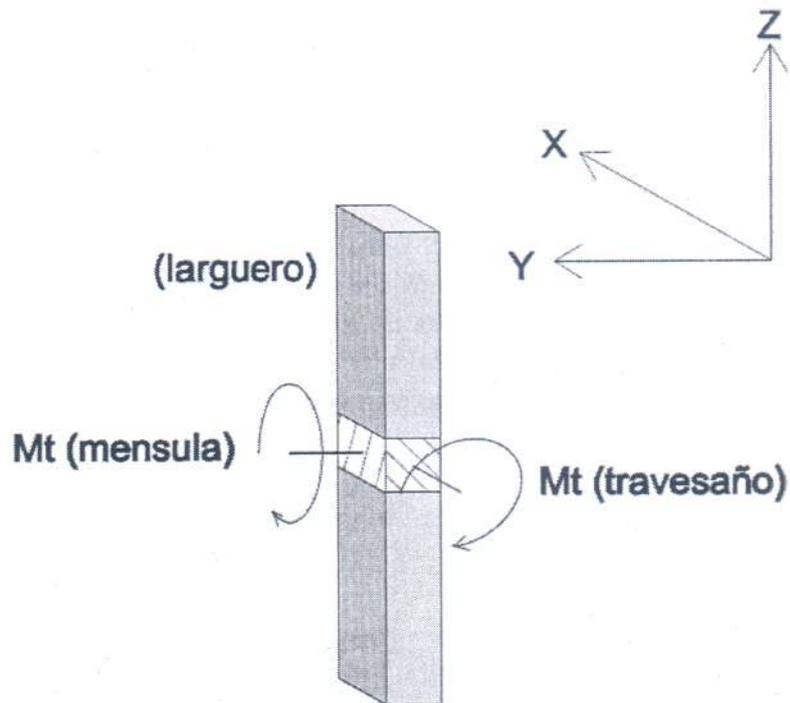


Figura 5.27.b Croquis de un sector del larguero con sus respectivos esfuerzos.

La Figura 5.27.b nos permite observar que el larguero esta solicitado, como se dijo anteriormente, en el plano YZ debido al momento torsor proveniente del momento flector generado sobre el travesaño, y en el plano XZ debido al momento torsor proveniente del momento flector generado sobre la ménsula.

Por lo tanto, a la hora de evaluar y comprobar que el larguero soporta los esfuerzos que se ejercen sobre él, se analiza los esfuerzos combinados los que nunca deben sobrepasar el valor del esfuerzo máximo admisible.

Según lo explicado los valores de los momentos torsores entonces son:

$$M_t(\text{travesaño}) = M_B = 1,98 \text{ [kN.m]}$$

$$M_t(\text{mensula}) = M_{f(lt)} = 3,67 \text{ [kN.m]}$$



Los esfuerzos combinados, que son el resultado de la combinación de los esfuerzos de flexión y/o torsión y pandeo a los que están sometidos los largueros, vienen determinados por las Ec. (5.151), (5.152) y (5.153) y sus resultados no deben sobrepasar el valor del esfuerzo máximo admisible:

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm} \quad (5.151)$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k}{A} \leq \sigma_{perm} \quad (5.152)$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \times \sigma_m \leq \sigma_{perm} \quad (5.153)$$

Dónde:

σ_m es el esfuerzo de torsión (en MPa);

σ_x es el esfuerzo de torsión en el eje X (en MPa);

σ_y es el esfuerzo de torsión en el eje Y (en MPa);

σ es el esfuerzo de torsión y compresión (en MPa);

σ_c es el esfuerzo de torsión y pandeo (en MPa);

A es el área de la sección transversal del larguero;

σ_{perm} es el esfuerzo admisible (en MPa);

En la situación de funcionamiento normal no se registran esfuerzos por pandeo, por lo tanto solo se utilizara la ecuación más restrictiva que es la Ec. (5.151).

El esfuerzo de torsión sobre el larguero respecto al eje X queda reflejado por la Ec. :

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \quad (5.154)$$

Donde

M_x es el momento torsor respecto al eje X (1,98 kN.m);

W_x es el modulo resistente de la superficie de la sección transversal (en m^3).



Luego el esfuerzo de torsión sobre el larguero respecto al eje Y queda reflejado por la Ec. :

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} \quad (5.155)$$

Donde

M_y es el momento torsor respecto al eje X (3,67 kN.m);

W_y es el modulo resistente de la superficie de la sección transversal (en m^3).

Introduciendo los esfuerzos de torsión, dadas por las Ec. (5.154) y (5.155), en la (5.151), resulta:

$$\sigma_m = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \sigma_{perm}$$
$$\sigma_m = \frac{1,98[kN.m]}{W_x} + \frac{3,67[kN.m]}{W_y} \leq 88[MPa]$$

El paso a seguir es hallar el modulo resistente tanto en X como en Y de un perfil, que en nuestro caso será del tipo C del fabricante PLECOR, de manera tal que se cumpla la Ec. (5.151).

Por lo tanto, se optó por un perfil del tipo C con las siguientes dimensiones y valores de módulos resistentes:

- Alma: 260 [mm].
- Ala: 85 [mm].
- Diente: 35 [mm].
- W_y : 171 [cm^3].
- W_x : 41 [cm^3].
- Espesor: 3/16 “.

Sustituyendo los distintos valores en la Ec. (5.151) se tiene:

$$\frac{1,98[kN.m]}{41 \times 10^{-6}[m^3]} + \frac{3,67[kN.m]}{171 \times 10^{-6}[m^3]} = 69,75[MPa] \leq 88[MPa] \quad \text{Verifica}$$



De esta forma, se comprueba que es capaz de soportar todos y cada uno de los esfuerzos combinados.

- *Calculo de solicitaciones para Caso 2 de distribución de Carga:*

Ménsula:

Para el comienzo del cálculo de los esfuerzos en la ménsula, las solicitaciones sobre está son debidas al peso de la cabina, y a la carga, que como se dijo anteriormente es una carga distribuida en el 75% del área de la cabina. Para dicho cálculo, se considera la ménsula como una viga empotrada al igual que en el Caso 1 y además se **tendrá** en cuenta para el cálculo de los esfuerzos el factor de impacto según la Tabla 5.2.

Otro punto a tener en cuenta, es que para el Caso 2 como la carga está distribuida en un 75% pero con respecto al eje Y, la carga se reparte en las ménsulas en un 34% y 66% respectivamente, por lo tanto para el cálculo se tomara la ménsula que este más solicitada, es decir, con el 66% de la carga nominal.

Las Figuras 5.28.a y 5.28.b muestran como se la distribución de carga en el plano YZ del bastidor:

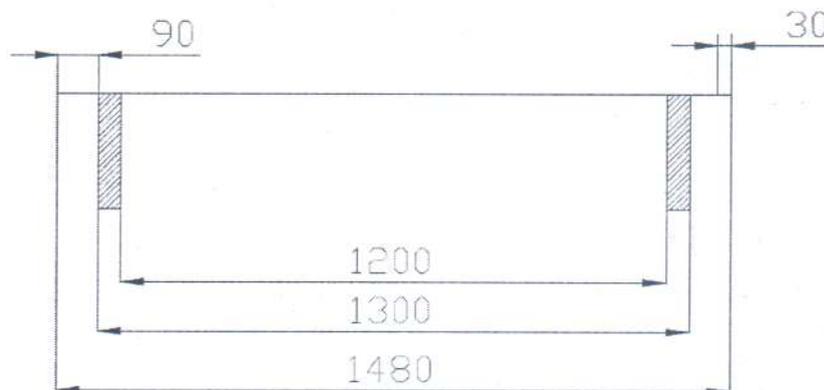


Figura 5.28.a

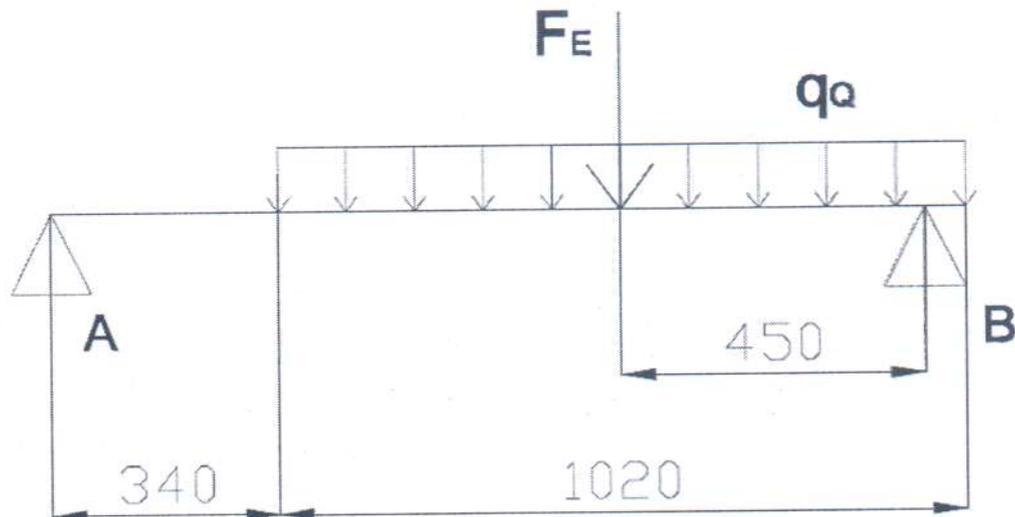


Figura 5.28.b

Siendo F_E fuerza equivalente a la distribución de carga q_Q .

$$F_E = Q \times g_n \times k_2 = 6180,3[N]$$

Para justificar los esfuerzos que debe soportar cada ménsula, se calculan las reacciones de vínculo en el punto A y el punto B.

$$\sum F = R_A + R_B - F_E = 0$$

$$\sum M_B = -R_A \times 1300[mm] + F_E \times 450[mm] = 0$$

$$R_A = 2140[N]$$

$$R_B = 4040[N]$$

$$\therefore \frac{R_A}{F_E} = \frac{2139,3[N]}{6180,3[N]} = 0,34$$

$$\frac{R_B}{F_E} = \frac{4040,9[N]}{6180,3[N]} = 0,65$$



Queda aclarar que se analizan los esfuerzos de Q y P por separado para un mayor entendimiento. La Figura 5.29 muestra la distribución de la carga debido a Q en la ménsula:

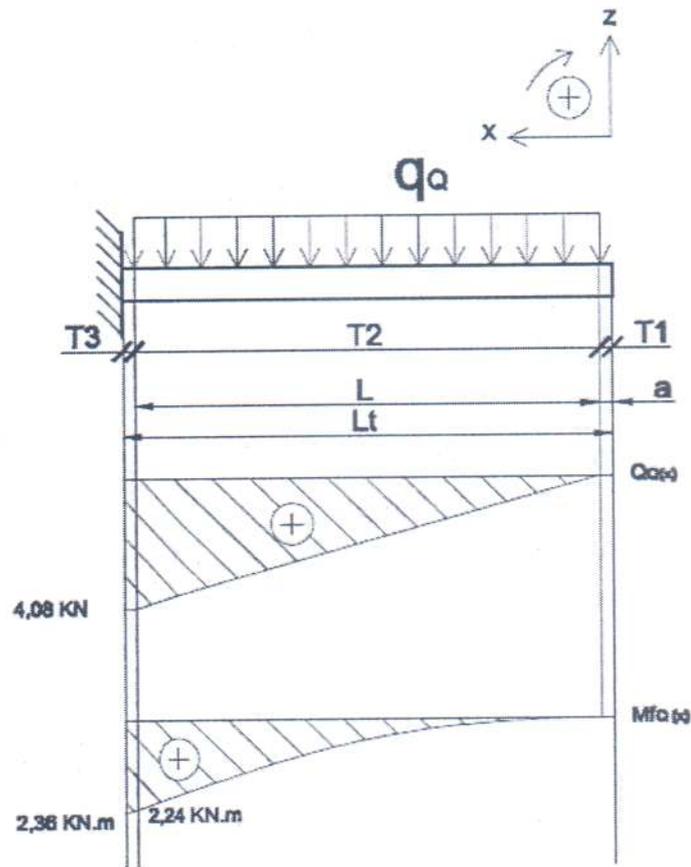


Figura 5.29 Distribución de carga de la carga Q

Donde:

T_1, T_3 es el tramo de la ménsula donde no se está aplicando la carga distribuida Q (pared de cabina);

T_2 es el tramo de la ménsula donde se aplica la carga distribuida Q.



La carga distribuida esta dada por la Ec. (5.156):

$$q_{Q(x)} = \frac{k_2 \times 66\% \times Q \times g_n}{x} \quad (5.156)$$

Dónde:

K_2 es el factor de impacto según Tabla 5.2 (1,2);

g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);

Q es la carga nominal (525 kg);

l_t es la longitud respecto de X del ancho de la cabina del ascensor **incluyendo paredes** (1,16[m]);

l es la longitud respecto de X de la plataforma del ascensor donde **esta aplicada la carga distribuida** Q (1,10 [m]^(*));

a es el ancho de la pared del ascensor (0,03[m]).

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.156) para $x = l$ resulta:

$$q_{Q(l)} = \frac{1,2 \times 0,66 \times 525[kg] \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{1,10[m]} = 3,71 \left[\frac{kN}{m} \right]$$

Luego la fuerza debida a la carga distribuida esta dada por la ecuacion (5.157):

$$Q_{Q-T2(x)} = \int q_{Q(l)} dx \quad (5.157)$$

Sustituyendo en la (5.157) resulta:

$$Q_{Q-T2(x)} = 3,71 \left[\frac{kN}{m} \right] \times x$$



Para $x = 1,10[m]$ resulta:

$$Q_{Q-T2(l)} = 3,71 \left[\frac{kN}{m} \right] \times 1,1[m] = 4,08 [kN]$$

Finalmente el momento flector viene dado por la Ec. (5.158):

$$Mf_{Q-T2(x)} = \int Q_{Q-T2(x)} dx \quad (5.158)$$

Integrando y reemplazando los valores en la (5.158) resulta:

$$Mf_{Q-T2(x)} = 3,71 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2}$$

Para $x = 1,10[m]$ resulta:

$$Mf_{Q-T2(l)} = 3,71 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{(1,10[m])^2}{2} = 2,24 [kN \cdot m]$$

Por otra parte, la fuerza debida a la carga distribuida en el tramo T3 esta dada por la Ec. (5.159):

$$Q_{Q-T3(x)} = \int q_{Q(l)} dx \quad (5.159)$$

Sustituyendo en la Ec. (5.159) resulta:

$$Q_{Q-T3(x)} = 4,08[kN]$$

Finalmente el momento flector en el tramo T3 viene dado por la Ec. (5.160):

$$Mf_{Q-T3(x)} = \int Q_{Q-T3(x)} dx \quad (5.160)$$

Integrando y reemplazando los valores en la Ec. (5.160) resulta:

$$Mf_{Q-T3(x)} = 4,08[kN] \times x + 2,24 [kN \cdot m]$$

Para el tramo T3, la distancia hasta el empotrado será:

$$x = 0,03[m]$$



Sustituyendo los valores el momento flector en el tramo T3 será:

$$Mf_{Q-T3(a)} = 4,08[kN] \times 0,03[m] + 2,24 [kN.m] = 2,36[kN.m]$$

Luego, la Figura 5.30 muestra la distribución de la carga debido a P de la ménsula:

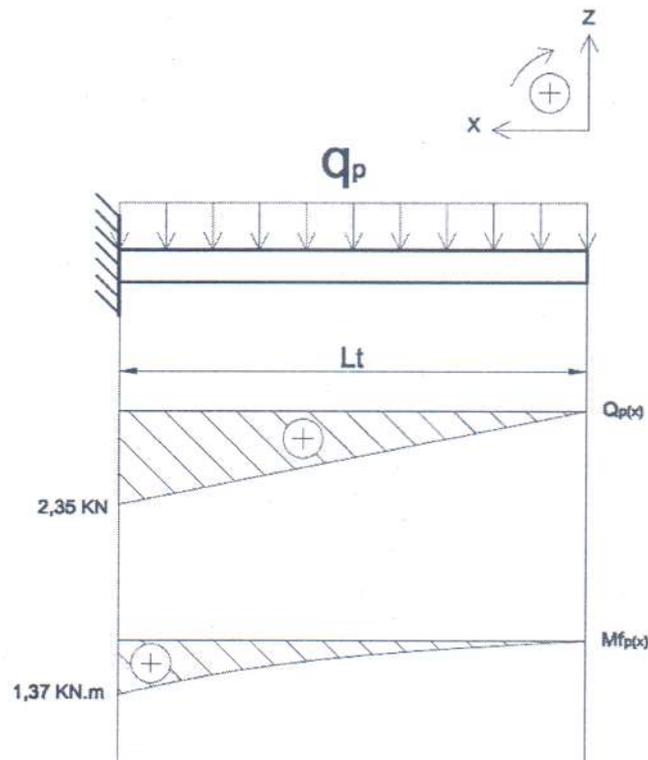


Figura 5.30 Distribución de carga de la carga P

La carga distribuida esta dada por la Ec. (5.161):

$$q_p(x) = \frac{k_2 \times \frac{P}{2} \times g_n}{x} \quad (5.161)$$

Dónde:

K_2 es el factor de impacto según Tabla 5.2 (1,2);

g_n es la aceleración normal de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$);



- P es la masa de la cabina vacía (400 kg);
- It es la longitud respecto de X del ancho de la cabina del ascensor **incluyendo paredes** (1,16[m]).

Como la distribución de carga de la masa de la cabina es simétrica y **no cambia para el Caso 1 respecto del Caso 2**, evitaremos realizar el cálculo nuevamente. **Simplemente se ingresan los valores de los esfuerzos.**

$$q_p(t) = \frac{1,2 \times \frac{400[\text{kg}]}{2} \times 9,81 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]}{(1,16[\text{m}])} = 2,03 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right]$$

$$Q_p(t) = 2,03 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right] \times 1,16[\text{m}] = 2,35 [\text{kN}]$$

$$Mf_p(t) = 2,03 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right] \times \frac{(1,16[\text{m}])^2}{2} = 1,37 [\text{kN} \cdot \text{m}]$$

Una vez que analizamos por partes los esfuerzos debido a las dos **cargas**, se analiza el esfuerzo resultante que es el que nos permitira definir el perfil **necesario** capaz de soportar dichos esfuerzos.



La Figura 5.31 representa la mensula con todos los esfuerzos, lo cual se decidió dividirla en 3 tramos:

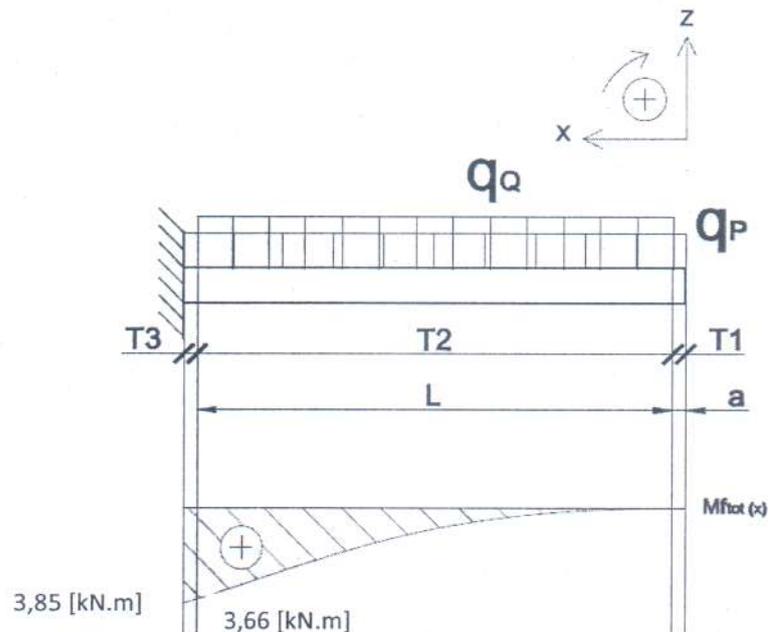


Figura 5.31 Distribución de carga de las cargas P y Q.

- Para el tramo T1, comprendido entre 0 y a, el momento flector resulta:

$$M_{f(x)} = 2,03 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2}$$

Siendo $x = a = 0,03[m]$, resulta:

$$M_{f(a)} = 2,03 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{(0,03[m])^2}{2} = 9,135 \times 10^{-4} [kN.m]$$

- Para el tramo T2, comprendido entre a y L+a, el momento flector resulta:

$$M_{f(x)} = 3,71 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} \Big|_{0,03[m]}^{1,13[m]} + 2,03 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} \Big|_{0,03[m]} + C = 3,66 [kN.m]$$

Siendo $C = 9,135 \times 10^{-4} [kN.m]$, por lo tanto se despreciable su valor.



- Finalmente para el tramo T3, comprendido entre l_t y $l+a$, el momento flector resulta:

$$M_{f(x)} = 2,03 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} \begin{bmatrix} 1,16[m] \\ 1,13[m] \end{bmatrix} + 4,08 \left[\frac{kN}{m} \right] \times x \begin{bmatrix} 1,16[m] \\ 1,13[m] \end{bmatrix} + 2,24[kN \cdot m] \begin{bmatrix} 1,16[m] \\ 1,13[m] \end{bmatrix} \\ + 3,66[kN \cdot m] = 3,85[kN \cdot m]$$

Por último, el esfuerzo de flexión sobre la ménsula respecto al eje X queda reflejado por la Ec. :

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \quad (5.154)$$

Donde

M_x es el momento flector respecto al eje X (3,85 kN.m);

W_x es el modulo resistente de la superficie de la sección transversal (en m^3).

Teniendo el mayor valor del momento flector, y la tensión de trabajo admisible, se procede a calcular el modulo resistente necesario del perfil.

Por lo tanto, despejando y sustituyendo los valores de la Ec. (5.154), resulta:

$$W_x = \frac{M_x}{\sigma_x} = \frac{3,85[kN \cdot m]}{88[MPa]} = 43,75 \times 10^{-6}[m^3]$$

Travesaño entre ménsulas:

La solicitaciones del travesaño para la situación de funcionamiento normal, no varía del Caso 1 respecto del Caso 2. Por lo tanto, los esfuerzos generados son exactamente lo mismo, y se evita la repetición de los cálculos.

Los valores del momento flector y modulo resistente son:

$$M_B = 1986,5 [N \cdot m]$$

$$W_y = 22,5 \times 10^{-6}[m^3]$$



Largueros:

Los esfuerzos presentes en el larguero son los mismos que los hallados en el Caso 1 y estarán dados por los momentos flectores generados en el travesaño y en la ménsula, calculados anteriormente. Por lo tanto, los planos a analizar en el larguero serán el plano XZ y el plano YZ.

Por otra parte, como la carga no está distribuida simétricamente entre las ménsulas, los esfuerzos para cada larguero serán distintos, por lo que se analiza el larguero con la mayor sollicitación.

Al igual que en el Caso 1 los valores de los momentos torsores entonces son:

$$M_t(\text{travesaño}) = M_B = 1,98 \text{ [kN.m]}$$

$$M_t(\text{mensula}) = M_{f(it)} = 3,85 \text{ [kN.m]}$$

Los esfuerzos combinados, que son el resultado de la combinación de los esfuerzos de flexión y/o torsión y pandeo a los que están sometidos los largueros, vienen determinados por las Ec. (5.151), (5.152) y (5.153) que ya fueron detalladas con anterioridad y sus resultados no deben sobrepasar el valor del esfuerzo máximo admisible.

En la situación de funcionamiento normal no se registran esfuerzos por pandeo, por lo tanto solo se utilizara la ecuación más restrictiva que es la Ec. (5.151).

El esfuerzo de torsión sobre el larguero respecto al eje X queda reflejado por la Ec. (5.154) y respecto al eje Y queda reflejado por la Ec. (5.155) que fueron explicadas con anterioridad en el Caso 1.

Introduciendo los esfuerzos de torsión, dadas por las Ec. (5.154) y (5.155), en la Ec. (5.151), resulta:

$$\sigma_m = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \sigma_{\text{perm}}$$
$$\sigma_m = \frac{1,98 \text{ [kN.m]}}{W_x} + \frac{3,85 \text{ [kN.m]}}{W_y} \leq 88 \text{ [MPa]}$$



El paso a seguir es hallar el modulo resistente tanto en X como en Y de un perfil, que en nuestro caso será del tipo C del fabricante PLECOR, de manera tal que se cumpla la Ec. (5.151).

Por lo tanto, se optó por un perfil del tipo C con las siguientes dimensiones y valores de módulos resistentes:

- Alma: 260 [mm].
- Ala: 85 [mm].
- Diente: 35 [mm].
- W_y : 171 [cm³].
- W_x : 41 [cm³].
- Espesor: 3/16 “.

Sustituyendo los distintos valores en la Ec. (5.151) se tiene:

$$\frac{1,98[kN.m]}{41 \times 10^{-6}[m^3]} + \frac{3,85[kN.m]}{171 \times 10^{-6}[m^3]} = 70,8[MPa] \leq 88[MPa] \quad \text{Verifica}$$

De esta forma, se comprueba que es capaz de soportar todos y cada uno de los esfuerzos combinados.

Funcionamiento del elemento de seguridad (paracaídas)

- ***Calculo de solicitaciones para Caso 1 de distribución de Carga:***

Ménsula:

El cálculo de los esfuerzos en la ménsula para la situación de funcionamiento del paracaídas es análogo al de funcionamiento normal para el Caso 1. La diferencia se encuentra en el valor del factor de impacto (Tabla 5.2) utilizado para considerar la parada brusca de la cabina.



Tabla 5.2 Valor del factor de impacto

Factores de impacto

Impacto por	Factor de impacto	Valor
Actuación de paracaídas instantáneo o dispositivo de bloqueo, excepto de tipo de rodillo		5
Actuación de paracaídas instantáneo de tipo de rodillo, o dispositivo de bloqueo de tipo de rodillo, o dispositivo de retén con amortiguador de tipo de acumulación de energía, o amortiguador de acumulación de energía.	k_1	3
Actuación de paracaídas progresivo, o dispositivo de bloqueo progresivo, o dispositivo de retén con amortiguador de tipo de disipación de energía, o amortiguador de tipo de disipación de energía		2
Válvula paracaídas		2
Funcionando	k_2	1,2
Partes auxiliares	k_3	(...) ¹⁾
1) El valor tiene que determinarse por el fabricante, puesto que depende de cada instalación real.		

El factor de impacto k_1 hace referencia al tipo de paracaídas instalado en la cabina. Debido a que la velocidad nominal del ascensor no supera los 60 m/min, para esta velocidad se pueden instalar paracaídas del tipo instantáneo. Por lo tanto, se utiliza paracaídas instantáneo del tipo de rodillo, siendo $k_1 = 3$.



Queda aclarar que se analizan los esfuerzos de Q y P por separado para un mayor entendimiento. La Figura 5.32 muestra la distribución de la carga debido a Q en la ménsula:

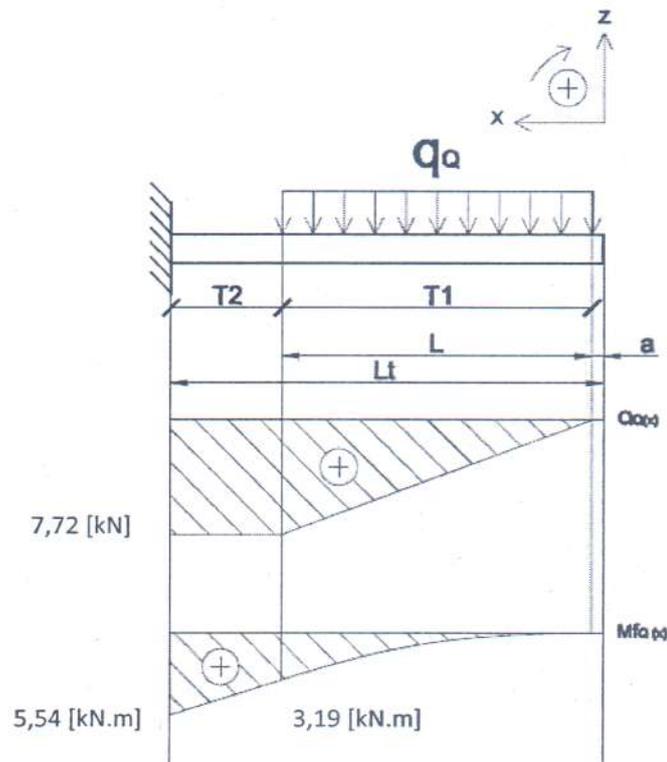


Figura 5.32 Distribución de carga de la carga Q

Donde:

- T1 es el tramo de la ménsula donde se está aplicando la carga distribuida;
- T2 es el tramo de la ménsula donde no se aplica la carga distribuida pero esta influenciada por ésta.

La carga distribuida está dada por la ecuación (5.162):

$$q_{Q(x)} = \frac{k_1 \times \frac{Q}{2} \times g_n}{0,75 \times x} \quad (5.162)$$



Dónde:

- K_1 es el factor de impacto según Tabla 5.2 (3);
- g_n es la aceleración normal de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$);
- Q es la carga nominal (525 Kg);
- l_t es la longitud respecto de X del ancho de la cabina del ascensor incluyendo paredes (1,16[m]);
- l es la longitud respecto de X de la plataforma del ascensor donde esta aplicada la carga distribuida Q ($0,825 \text{ [m]}^{(*)}$);
- a es el ancho de la pared del ascensor ($0,03\text{[m]}$).

Siendo:

$$l = 0,75 \times (l_t - 2 \times a) = 0,75 \times (1,16\text{[m]} - 2 \times 0,03\text{[m]}) = 0,825\text{[m]}$$

Sustituyendo los valores en la Ec.(5.162) para $x = l$ resulta:

$$q_{Q(l)} = \frac{3 \times \frac{525\text{[kg]}}{2} \times 9,81 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]}{0,825\text{[m]}} = 9,36 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right]$$

Para analizar las fuerzas y momentos debido a la carga q , se divide el largo total de la mensula en el tramo T1 y el T2.

Luego la fuerza debida a la carga distribuida en el tramo T1 esta dada por la ecuacion (5.163):

$$Q_{Q-T1}(x) = \int q_{Q(l)} dx \quad (5.163)$$

$$Q_{Q-T1}(x) = q_{Q(l)} \times x + C_0$$

Siendo $C_0 = 0$, ya que de la Figura 5.32 $Q_{Q(0)} = 0$.

Sustituyendo en la Ec. (5.163) resulta:

$$Q_{Q-T1}(x) = 9,36 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right] \times x$$



Para $x = 0,825[m]$ resulta:

$$Q_{Q-T1(l)} = 9,36 \left[\frac{kN}{m} \right] \times 0,825[m] = 7,72 [kN]$$

Finalmente el momento flector en el tramo T1 viene dado por la Ec. (5.164):

$$Mf_{Q-T1}(x) = \int Q_{Q-T1}(x) dx \quad (5.164)$$

$$Mf_{Q-T1}(x) = \int 9,36 \left[\frac{kN}{m} \right] \times x dx$$

Integrando la Ec. (5.164) resulta:

$$Mf_{Q-T1}(x) = 9,36 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} + C_1$$

Siendo $C_1 = 0$, ya que de la Figura 5.32 $Mf_{Q(0)} = 0$. Por lo tanto, el momento flector en x debido a la carga Q en el tramo T1 resulta ser:

$$Mf_{Q-T1}(x) = 9,36 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2}$$

Para $x = 0,825[m]$ resulta:

$$Mf_{Q-T1(l)} = 9,36 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{(0,825[m])^2}{2} = 3,19 [kN.m]$$

Por otra parte, la fuerza debida a la carga distribuida en el tramo T2 esta dada por la ecuacion (5.165):

$$Q_{Q-T2}(x) = \int q_{Q(l)} dx \quad (5.165)$$

$$Q_{Q-T2}(x) = q_{Q(l)} \times x + C_2$$

Siendo $q_{Q(l)} = 0$ ya que en el tramo T2 no hay aplicada ninguna carga distribuida, y $C_2 = 7,72 [kN]$, ya que de la Figura 5.32 $Q_{Q(l)} = 7,72 [kN]$.

Sustituyendo en la Ec. (5.165) resulta:

$$Q_{Q-T2}(x) = 7,72 [kN]$$



Finalmente el momento flector en el tramo T2 viene dado por la Ec. (5.166):

$$Mf_{Q-T2}(x) = \int Q_{Q-T2}(x) dx \quad (5.166)$$

$$Mf_{Q-T2}(x) = \int 7,72[kN] dx$$

Integrando la Ec. (5.166) resulta:

$$Mf_{Q-T2}(x) = 7,72[kN] \times x + C_3$$

Siendo $C_3 = 3,19$ [kN.m], ya que de la Figura 5.32 $Mf_{Q(1)} = 3,19$ [kN.m]. Por lo tanto, el momento flector en x debido a la carga Q en el tramo T1 resulta ser:

$$Mf_{Q-T2}(x) = 7,72[kN] \times x + 3,19 [kN.m]$$

Para el tramo T2, la distancia hasta el empotrado será:

$$x = lt - l - a = 1,16[m] - 0,825[m] - 0,03[m] = 0,305[m]$$

Sustituyendo los valores el momento flector en el tramo T2 será:

$$Mf_{Q-T2}(lt-l-a) = 7,72[kN] \times 0,305[m] + 3,19 [kN.m] = 5,54[kN.m]$$



Luego, la Figura 5.33 muestra la distribución de la carga debido a P de la ménsula:

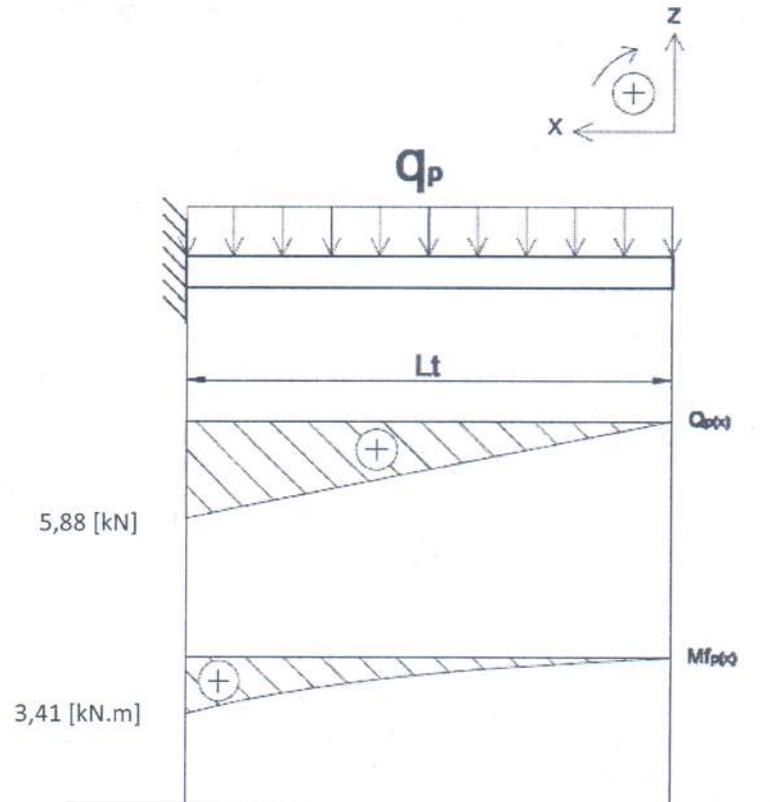


Figura 5.33 Distribución de carga de la carga P

La carga distribuida esta dada por la Ec. (5.167):

$$q_p(x) = \frac{k_1 \times \frac{P}{2} \times g_n}{x} \quad (5.167)$$

Dónde:

K_1 es el factor de impacto según Tabla 5.2 (3);

g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);

P es la masa de la cabina vacía (400 kg);



It es la longitud respecto de X del ancho de la cabina del ascensor incluyendo paredes (1,16[m]).

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.167) para $x = It$ resulta:

$$q_p(it) = \frac{3 \times \frac{400[kg]}{2} \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{(1,16[m])} = 5,07 \left[\frac{kN}{m} \right]$$

Luego la fuerza debida a la carga distribuida esta dada por la Ec. (5.168):

$$Q_p(x) = \int q_p(it) dx \quad (5.168)$$

$$Q_p(x) = q_p(it) \times x + C_4$$

Siendo $C_4 = 0$, ya que del Figura 5.33 $Q_p(0) = 0$.

Sustituyendo en la Ec. (5.168) resulta:

$$Q_p(x) = 5,07 \left[\frac{kN}{m} \right] \times x$$

Para $x = 1,16[m]$ resulta:

$$Q_p(it) = 5,07 \left[\frac{kN}{m} \right] \times 1,16[m] = 5,88 [kN]$$

Finalmente el momento flector viene dado por la Ec. (5.169):

$$Mf_p(x) = \int Q_p(x) dx \quad (5.169)$$

$$Mf_p(x) = \int 5,07 \left[\frac{kN}{m} \right] \times x dx$$

Integrando la Ec. (5.169) resulta:

$$Mf_{Q-T1}(x) = 5,07 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} + C_5$$



Siendo $C_5 = 0$, ya que de la Figura 5.33 $M_{f_p(0)} = 0$. Por lo tanto, el momento flector en x debido a la carga P resulta ser:

$$M_{f_p(x)} = 5,07 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2}$$

Para $x = 1,16[m]$ resulta:

$$M_{f_p(1,16)} = 5,07 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{(1,16[m])^2}{2} = 3,41 [kN.m]$$

Una vez que analizamos por partes los esfuerzos debido a las dos cargas, se analiza el esfuerzo resultante que es el que nos permitira definir el perfil necesario capaz de soportar dichos esfuerzos.

La Figura 5.34 representa la mensula con todos los esfuerzos, lo cual se decidio dividirla en 3 tramos:

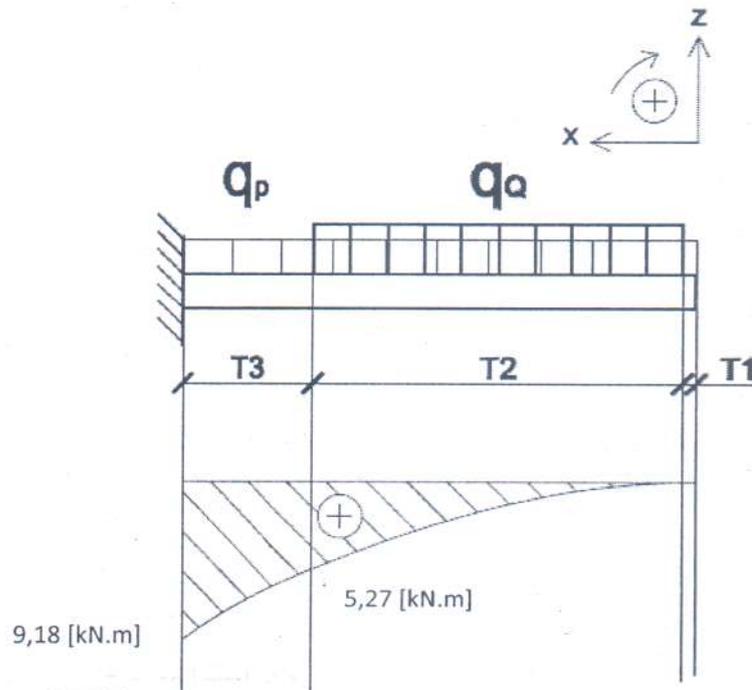


Figura 5.34 Distribución de carga de la carga Q y P .



- Para el tramo T1, comprendido entre 0 y a, el momento flector resulta:

$$Mf_{(x)} = 5,07 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2}$$

Siendo $x = a = 0,03[m]$, resulta:

$$Mf_{(a)} = 5,07 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{(0,03[m])^2}{2} = 2,282 \times 10^{-3} [kN \cdot m]$$

- Para el tramo T2, comprendido entre a y l+a, el momento flector resulta:

$$Mf_{(x)} = 9,36 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} \left| \begin{matrix} 0,855[m] \\ 0,03[m] \end{matrix} \right. + 5,07 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} \left| \begin{matrix} 0,855[m] \\ 0,03[m] \end{matrix} \right. + C_6 = 5,27 [kN \cdot m]$$

Siendo $C_6 = 2,282 \times 10^{-3} [kN \cdot m]$, ya que de la Figura 6.3 $Mf_{p(a)} = 2,282 \times 10^{-3} [kN \cdot m]$.

- Finalmente para el tramo T3, comprendido entre lt y l+a, el momento flector resulta:

$$Mf_{(x)} = 5,07 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} \left| \begin{matrix} 1,16[m] \\ 0,855[m] \end{matrix} \right. + 7,72 \left[\frac{kN}{m} \right] \times x \left| \begin{matrix} 1,16[m] \\ 0,855[m] \end{matrix} \right. + 3,19 [kN \cdot m] \left| \begin{matrix} 1,16[m] \\ 0,855[m] \end{matrix} \right. \\ + 5,27 [kN \cdot m] = 9,18 [kN \cdot m]$$

Por último, el esfuerzo de flexión sobre la ménsula respecto al eje X queda reflejado por la Ec. :

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \quad (5.154)$$

Donde

M_x es el momento flector respecto al eje X (9,18 kN.m);

W_x es el modulo resistente de la superficie de la sección transversal (en m^3).



Teniendo el mayor valor del momento flector, y la tensión de trabajo admisible, se procede a calcular el modulo resistente necesario del perfil.

Por lo tanto, despejando y sustituyendo los valores de la Ec. (5.154), resulta:

$$W_x = \frac{M_x}{\sigma_x} = \frac{9,18[kN.m]}{88[MPa]} = 104 \times 10^{-6}[m^3]$$

Travesaño entre ménsulas:

Se procede de la misma manera que en el cálculo del travesaño para la situación de funcionamiento normal del Caso 1.

Recordamos la Ec. de la reacción vertical y la reacción de momento:

$$R_{Bz} = \frac{F}{2} \quad (5.147)$$

$$M_B = \frac{F \times L}{8} \quad (5.148)$$

Como solo nos interesan los esfuerzos debido a los momentos flectores y torsores, solo calcularemos M_B .

La fuerza (F) debido a la tensión de los cables y resulta ser:

$$F = k_2 \times G \times g_n \quad (5.149)$$

Dónde:

K_2 es el factor de impacto según Tabla 5.2 (1,2);

g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);

G es la masa del contrapeso (862,5 kg);

El factor de impacto no se ve alterado para el funcionamiento del paracaídas debido a que cuando este actúa, el cable se destensa. En el instante, en que el dispositivo de seguridad actúa se acciona un interruptor N/C que desenergiza la maniobra y provoca la detención automática de la maquina en simultaneo con el accionamiento del freno. De esta



forma, se evita el tensionado brusco del cable debido al retorno del contrapeso que mantenía una inercia de subida.

Por otra parte, en el caso extremo de que se corten los 4 cables de tracción, es evidente que no habrá esfuerzo alguno sobre el travesaño debido a dichos cables.

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.149) resulta:

$$F = 1,2 \times 862,5 [kg] \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right] = 10153,4 [N]$$

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.148) resulta:

$$M_B = \frac{10153,4 [N] \times 1,2}{8} = 1523 [N.m]$$

Teniendo el mayor valor del momento flector, y la tensión de trabajo admisible, se procede a calcular el modulo resistente necesario del perfil:

$$W_y = \frac{M_y}{\sigma_y} = \frac{1,52 [kN.m]}{88 [MPa]} = 17,3 \times 10^{-6} [m^3]$$

Largueros:

El análisis de los esfuerzos presentes en el larguero son los mismos que los hallados en el Caso 1 para situación de funcionamiento normal, siendo la carga simétrica, por lo tanto las sollicitaciones en ambos largueros son iguales y estarán dados por los momentos flectores generados en el travesaño y en la ménsula, calculados anteriormente. Por lo tanto, los planos a analizar en el larguero serán el plano XZ y el plano YZ.

Según lo explicado los valores de los momentos torsores entonces son:

$$M_t (\text{travesaño}) = M_B = 1,52 [kN.m]$$

$$M_t (\text{mensula}) = M_f (It) = 9,18 [kN.m]$$

Los esfuerzos combinados, que son el resultado de la combinación de los esfuerzos de flexión y/o torsión y pandeo a los que están sometidos los largueros, vienen determinados por las Ec. (5.151), (5.152) y (5.153) que ya fueron detalladas con anterioridad y sus resultados no deben sobrepasar el valor del esfuerzo máximo admisible.



En la situación de funcionamiento del paracaídas se registran esfuerzos por pandeo, por lo tanto la fuerza de pandeo a lo que están sometidos los largueros debido a la fuerza de frenado que se produce como consecuencia de la actuación del paracaídas, se expresa según la fórmula:

$$F_k = \frac{k_1 \times g_n \times (Q + P)}{n} \quad (5.170)$$

Dónde:

- k_1 es el factor de impacto según Tabla 7.1;
- g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);
- Q es la carga nominal (525 Kg);
- P es la masa de la cabina vacía y arcata (600 kg);
- n es el número de guías (2).

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.170) se obtiene:

$$F_k = \frac{3 \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times (525 [kg] + 600 [kg])}{2} = 16554,4 [N]$$

Para determinar el esfuerzo de pandeo se debe aplicar la siguiente Ec. :

$$\sigma_k = \frac{F_k \times \omega}{A} \quad (5.171)$$

Donde

- F_k es la fuerza de pandeo (16554,4 N);
- ω es el valor del factor de deformación omega;
- A es el área de la sección transversal del larguero (22,32 cm²(*)).

El área de la sección transversal del larguero es debido al perfil C de mayor dimensión que se obtuvo en los cálculos hasta ahora. Lo cual, cuando se analice las sollicitaciones combinadas, se evaluará si dicho perfil cumple con la máxima tensión admisible.



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERIA

Las dimensiones son:

- Alma: 260 [mm].
- Ala: 85 [mm].
- Diente: 35 [mm].
- Espesor: 3/16 “
- A: 22,32 [cm²].

La obtención del valor de la variable ω se realiza con ayuda de las Ec. :

$$\lambda = \frac{l_k}{i} \quad (5.172)$$

Dónde:

- λ es el coeficiente de esbeltez;
- l_k es la longitud de pandeo (0,45 m);
- i es el radio de giro mínimo (en m);

La longitud de pandeo está dada por la distancia comprendida **entre el dispositivo paracaídas** (la aplicación de la fuerza de pandeo) y la intersección del **larguero y la ménsula** que es donde se encuentra el mayor esfuerzo.



La Figura 5.35 hace referencia a lo enunciado:

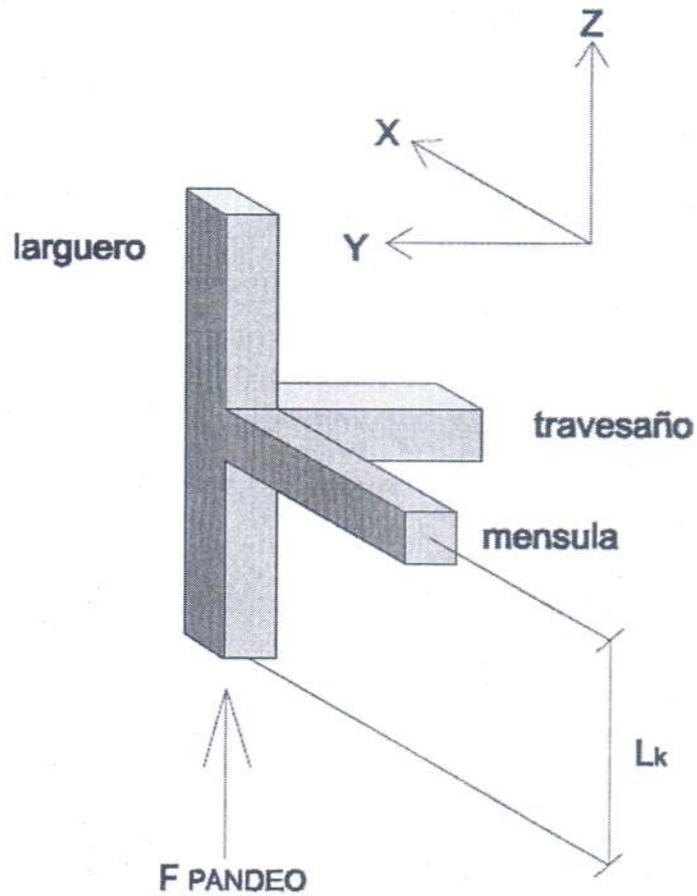


Figura 5.35 Fuerza de pandeo.

La Ec. (5.173) nos permite obtener el valor del radio de giro mínimo:

$$i = \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}} \quad (5.173)$$

Dónde:

I_{\min} es el momento de inercia mínimo de la sección del perfil ($246,9[\text{cm}^4]$).



Sustituyendo los valores en la Ec. (5.173) resulta:

$$i = \sqrt{\frac{246,9[cm^4]}{22,32[cm^2]}} = 3,33[cm]$$

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.172) resulta:

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{45[cm]}{3,33[cm]} = 13,51$$

Como el coeficiente de esbeltez es menor que el mínimo establecido por la Norma EN 81-1, se optó por el menor valor de dicho coeficiente que es de $\lambda=20$.

Luego para obtener ω se debe tener en cuenta los siguientes polinomios:

Para acero de resistencia a la tracción $R_m = 370 \text{ N/mm}^2$:

$$\begin{aligned} 20 \leq \lambda \leq 60: \quad \omega &= 0,000\ 129\ 20 \cdot \lambda^{1,89} + 1; \\ 60 < \lambda \leq 85: \quad \omega &= 0,000\ 046\ 27 \cdot \lambda^{2,14} + 1; \\ 85 < \lambda \leq 115: \quad \omega &= 0,000\ 017\ 11 \cdot \lambda^{2,35} + 1,04; \\ 115 < \lambda \leq 250: \quad \omega &= 0,000\ 168\ 87 \cdot \lambda^{2,00}. \end{aligned} \tag{5.174}$$

Para acero de resistencia a la tracción $R_m = 520 \text{ N/mm}^2$:

$$\begin{aligned} 20 \leq \lambda \leq 50: \quad \omega &= 0,000\ 082\ 40 \cdot \lambda^{2,06} + 1,021; \\ 50 < \lambda \leq 70: \quad \omega &= 0,000\ 018\ 95 \cdot \lambda^{2,41} + 1,05; \\ 70 < \lambda \leq 89: \quad \omega &= 0,000\ 024\ 47 \cdot \lambda^{2,36} + 1,03; \\ 89 < \lambda \leq 250: \quad \omega &= 0,000\ 253\ 30 \cdot \lambda^{2,00}. \end{aligned} \tag{5.175}$$



Para el cálculo de los valores de ω con resistencia a la tracción R_m del acero, entre 370 N/mm^2 y 520 N/mm^2 , debe utilizarse la siguiente Ec. :

$$\omega_R = \left[\frac{\omega_{520} - \omega_{370}}{520 - 370} \cdot (R_m - 370) \right] + \omega_{370} \quad (5.176)$$

Tomando el polinomio de la Ec. (5.176) para acero de resistencia a la tracción de 440 N/mm^2 en función del valor obtenido de λ_s , obtenemos el valor de ω :

$$\omega_R = 1,05$$

Por último, introduciendo en la Ec. (5.171) los datos obtenidos, el esfuerzo de pandeo resulta:

$$\sigma_k = \frac{16554,4[N] \times 1,05}{22,32 \times 10^{-4} [m^2]} = 7,78 [MPa]$$

Luego, analizamos la primer situación de sollicitación que debe cumplir el larguero cuando actúa el paracaídas. Para ello es necesario determinar el esfuerzo de torsión sobre el larguero respecto al eje X y respecto al eje Y, que quedan reflejados por las siguientes Ec. :

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \quad (5.154)$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} \quad (5.155)$$

Introduciendo los esfuerzos de torsión en la Ec. (5.151), resulta:

$$\sigma_m = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_m = \frac{1,52[kN.m]}{W_x} + \frac{9,18[kN.m]}{W_y} \leq 88[MPa]$$

Introduciendo el modulo resistente tanto en X como en Y de un perfil, que en nuestro caso es:

- Alma: 260 [mm].
- Ala: 85 [mm].
- Diente: 35 [mm].



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA

- $W_y: 171 \text{ [cm}^3\text{]}$.
- $W_x: 41 \text{ [cm}^3\text{]}$.
- Espesor: 3/16 “.



FACULTAD DE INGENIERIA

Sustituyendo los distintos valores en la Ec. (5.151) se tiene:

$$\frac{1,52[kN.m]}{41 \times 10^{-6}[m^3]} + \frac{9,18[kN.m]}{171 \times 10^{-6}[m^3]} = 90,8[\text{MPa}] \leq 88[\text{MPa}] \quad \text{No Verifica}$$

Como no verifica, se selecciona un perfil de mayores dimensiones:

- Alma: 280 [mm].
- Ala: 90 [mm].
- Diente: 50 [mm].
- $W_y: 205 \text{ [cm}^3\text{]}$.
- $W_x: 56,3 \text{ [cm}^3\text{]}$.
- Espesor: 3/16 “.
- $A: 25,18 \text{ [cm}^2\text{]}$.

Calculamos nuevamente el radio de giro mínimo mediante la Ec. (5.173):

$$i = \sqrt{\frac{350 \text{ [cm}^4\text{]}}{25,18 \text{ [cm}^2\text{]}}} = 3,73 \text{ [cm]}$$

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.172) resulta:

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{45 \text{ [cm]}}{3,73 \text{ [cm]}} = 12,06$$

Como el coeficiente de esbeltez es menor que el mínimo establecido por la Norma EN 81-1, se optó por el menor valor de dicho coeficiente que es de $\lambda=20$.

Tomando el polinomio de la Ec. (5.176) para acero de resistencia a la tracción de 440 N/mm^2 en función del valor obtenido de λ , obtenemos el valor de ω :

$$\omega_R = 1,05$$

Introduciendo en la Ec. (5.151) los datos obtenidos, el esfuerzo de pandeo resulta:



$$\sigma_k = \frac{16554,4[N] \times 1,05}{25,18 \times 10^{-4} [m^2]} = 6,9 [MPa]$$

Introduciendo los esfuerzos de torsión, dadas por las Ec. (5.154) y (5.155), en la (5.151), resulta:

$$\sigma_m = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_m = \frac{1,52[kN.m]}{W_x} + \frac{9,18[kN.m]}{W_y} \leq 88[MPa]$$

Sustituyendo los distintos valores de la nueva sección en la Ec. (5.151) se tiene:

$$\sigma_m = \frac{1,52[kN.m]}{56,3 \times 10^{-6}[m^3]} + \frac{9,18[kN.m]}{205 \times 10^{-6}[m^3]} = 71,83[MPa] \leq 88[MPa] \text{ Verifica}$$

Luego de verificar el esfuerzo a la torsión, se continúa con la verificación del esfuerzo a la torsión y compresión dada por la Ec. (5.152):

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k}{A} \leq \sigma_{perm} \quad (5.152)$$

Sustituyendo los valores resulta:

$$\sigma = 71,83 [MPa] + \frac{16554,4[N]}{25,18 \times 10^{-4} [m^2]} = 78,4 [MPa] \leq 88[MPa] \text{ Verifica}$$

Finalmente, queda por verificar el esfuerzo a la torsión y pandeo dada por la Ec. (5.153):

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \times \sigma_m \leq \sigma_{perm} \quad (5.153)$$

Sustituyendo los valores resulta:

$$\sigma_c = 6,9[MPa] + 0,9 \times 71,83[MPa] = 71,55[MPa] \leq 88[MPa] \text{ Verifica}$$

De esta forma, se comprueba que es capaz de soportar todos y cada uno de los esfuerzos combinados.



- *Calculo de solicitaciones para Caso 2 de distribución de Carga:*

Ménsula:

Recordamos que para el Caso 2 como la carga está distribuida en un 75 % pero con respecto al eje Y, la carga se reparte en las ménsulas en un 34% y 66% respectivamente, por lo tanto para el cálculo se tomara la ménsula que este más solicitada, es decir, con el 66% de la carga nominal.

Nuevamente se analizan los esfuerzos de Q y P por separado para un mayor entendimiento. La Figura 5.36 muestra la distribución de la carga debido a Q en la ménsula:

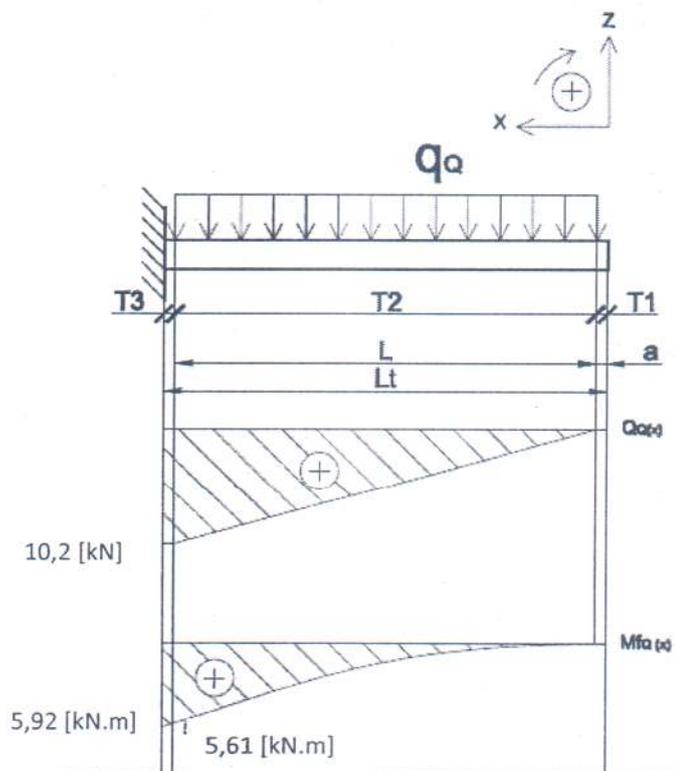


Figura 5.36 Distribución de carga de la carga Q .



Donde:

T1, T3 es el tramo de la mensula donde no se esta aplicando la carga distribuida Q (pared de cabina);

T2 es el tramo de la mensula donde se aplica la carga distribuida Q.

La carga distribuida esta dada por la ecuacion (5.177):

$$q_{Q(x)} = \frac{k_1 \times 66\% \times Q \times g_n}{x} \quad (5.177)$$

Dónde:

K_1 es el factor de impacto según Tabla 5.2 (3);

g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);

Q es la carga nominal (525 Kg);

lt es la longitud respecto de X del ancho de la cabina del ascensor incluyendo paredes (1,16[m]);

l es la longitud respecto de X de la plataforma del ascensor donde esta aplicada la carga distribuida Q (1,10 [m]^(*));

a es el ancho de la pared del ascensor (0,03[m]).

Sustituyendo los valores en la Ec.(5.177) para x = l resulta:

$$q_{Q(l)} = \frac{3 \times 0,66 \times 525[kg] \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2}\right]}{1,10[m]} = 9,27 \left[\frac{kN}{m}\right]$$

Luego la fuerza debida a la carga distribuida esta dada por la ecuacion (5.178):

$$Q_{Q-T2}(x) = \int q_{Q(l)} dx \quad (5.178)$$

Sustituyendo en la Ec. (5.178) resulta:

$$Q_{Q-T2}(x) = 9,27 \left[\frac{kN}{m}\right] \times x$$



Para $x = 1,10[m]$ resulta:

$$Q_{Q-T2(l)} = 9,27 \left[\frac{kN}{m} \right] \times 1,1[m] = 10,2 [kN]$$

Finalmente el momento flector viene dado por la Ec. (5.179):

$$Mf_{Q-T2(x)} = \int Q_{Q-T2(x)} dx \quad (5.179)$$

Integrando y reemplazando los valores en la (5.179) resulta:

$$Mf_{Q-T2(x)} = 9,27 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2}$$

Para $x = 1,10[m]$ resulta:

$$Mf_{Q-T2(l)} = 9,27 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{(1,10[m])^2}{2} = 5,61 [kN.m]$$

Por otra parte, la fuerza debida a la carga distribuida en el tramo T3 esta dada por la Ec. (5.180):

$$Q_{Q-T3(x)} = \int q_{Q(l)} dx \quad (5.180)$$

Sustituyendo en la Ec. (5.180) resulta:

$$Q_{Q-T3(x)} = 10,2[kN]$$

Finalmente el momento flector en el tramo T3 viene dado por la Ec. (5.181):

$$Mf_{Q-T3(x)} = \int Q_{Q-T3(x)} dx \quad (5.181)$$

Integrando y reemplazando los valores en la (5.181) resulta:

$$Mf_{Q-T3(x)} = 10,2[kN] \times x + 5,61 [kN.m]$$

Para el tramo T3, la distancia hasta el empotrado será:

$$x = 0,03[m]$$

Sustituyendo los valores el momento flector en el tramo T3 será:



$$M_{f_{Q-T3}(a)} = 10,2[kN] \times 0,03[m] + 5,61 [kN.m] = 5,92[kN.m]$$

Luego, la Figura 5.37 muestra la distribución de la carga debido a P de la ménsula:

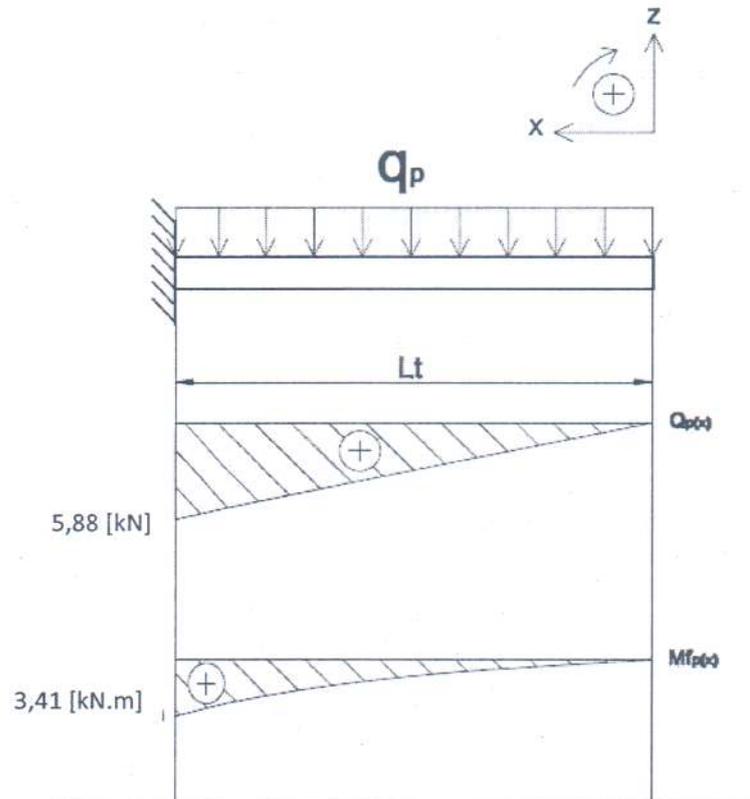


Figura 5.37 Distribución de carga de la carga P

La carga distribuida esta dada por la Ec. (5.182):

$$q_p(x) = \frac{k_1 \times \frac{P}{2} \times g_n}{x} \quad (5.182)$$

Dónde:

K_1 es el factor de impacto según Tabla 5.2 (3);

g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);

P es la masa de la cabina vacía (400 kg);



It es la longitud respecto de X del ancho de la cabina del ascensor incluyendo paredes (1,16[m]).

Como la distribución de carga de la masa de la cabina es simétrica y no cambia para el Caso 1 respecto del Caso 2, evitaremos realizar el cálculo nuevamente. Simplemente se ingresan los valores de los esfuerzos.

$$q_p (lt) = \frac{3 \times \frac{400[kg]}{2} \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{(1,16[m])} = 5,07 \left[\frac{kN}{m} \right]$$

$$Q_p (lt) = 5,07 \left[\frac{kN}{m} \right] \times 1,16[m] = 5,88 [kN]$$

$$M_{f_p} (lt) = 5,07 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{(1,16[m])^2}{2} = 3,41 [kN \cdot m]$$

Una vez que analizamos por partes los esfuerzos debido a las dos cargas, se analiza el esfuerzo resultante que es el que nos permitira definir el perfil necesario capaz de soportar dichos esfuerzos.



La Figura 5.38 representa la mensula con todos los esfuerzos, lo cual se decidió dividirla en 3 tramos:

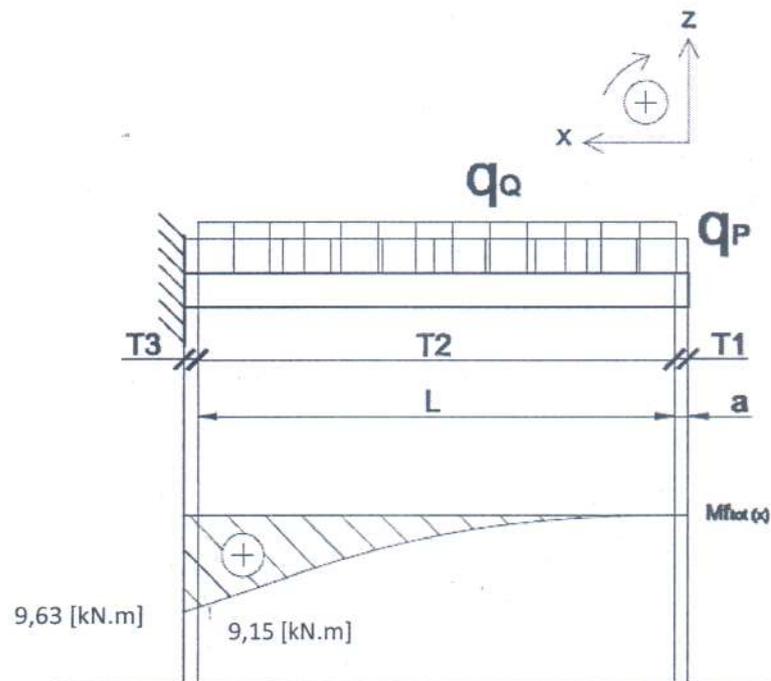


Figura 5.38 Distribución de carga de las cargas P y Q.

- Para el tramo T1, comprendido entre 0 y a, el momento flector resulta:

$$Mf(x) = 5,07 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2}$$

Siendo $x = a = 0,03[m]$, resulta:

$$Mf(a) = 5,07 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{(0,03[m])^2}{2} = 2,282 \times 10^{-3} [kN.m]$$

- Para el tramo T2, comprendido entre a y l+a, el momento flector resulta:

$$Mf(x) = 9,27 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} \Big|_{0,03[m]}^{1,13[m]} + 5,07 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} \Big|_{0,03[m]} + C = 9,15 [kN.m]$$



Siendo $C = 2,282 \times 10^{-3} [\text{kN.m}]$, por lo tanto se despreciable su valor.

- Finalmente para el tramo T3, comprendido entre l_1 y l_1+a , el momento flector resulta:

$$Mf(x) = 5,07 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right] \times \frac{x^2}{2} \begin{bmatrix} 1,16[\text{m}] \\ 1,13[\text{m}] \end{bmatrix} + 10,2 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right] \times x \begin{bmatrix} 1,16[\text{m}] \\ 1,13[\text{m}] \end{bmatrix} + 5,61 [\text{kN.m}] \begin{bmatrix} 1,16[\text{m}] \\ 1,13[\text{m}] \end{bmatrix} \\ + 9,15 [\text{kN.m}] = 9,63 [\text{kN.m}]$$

Teniendo el mayor valor del momento flector, y la tensión de trabajo admisible, se procede a calcular el modulo resistente necesario del perfil:

$$W_x = \frac{M_x}{\sigma_x} = \frac{9,63 [\text{kN.m}]}{88 [\text{MPa}]} = 109,43 \times 10^{-6} [\text{m}^3]$$

Travesaño entre ménsulas:

Las solicitaciones del travesaño para la situación de funcionamiento normal, no varía del Caso 1 respecto del Caso 2. Por lo tanto, los esfuerzos generados son exactamente lo mismo, y se evita la repetición de los cálculos.

Los valores del momento flector y modulo resistente son:

$$M_B = 1523 [\text{N.m}]$$

$$W_y = 17,3 \times 10^{-6} [\text{m}^3]$$

Largueros:

Los esfuerzos presentes en el larguero son los mismos que los hallados en el Caso 1 y estarán dados por los momentos flectores generados en el travesaño y en la ménsula, calculados anteriormente. Por lo tanto, los planos a analizar en el larguero serán el plano XZ y el plano YZ.



Por otra parte, como la carga no está distribuida simétricamente entre las ménsulas, los esfuerzos para cada larguero serán distintos, por lo que se analiza el larguero con la mayor sollicitación.

Al igual que en el Caso 1 los valores de los momentos torsores entonces son:

$$M_t (\text{travesaño}) = M_B = 1,52 \text{ [kN.m]}$$

$$M_t (\text{mensula}) = M_{f(lt)} = 9,63 \text{ [kN.m]}$$

Los esfuerzos combinados, que son el resultado de la combinación de los esfuerzos de flexión y/o torsión y pandeo a los que están sometidos los largueros, vienen determinados por las Ec. (5.151), (5.152) y (5.153) que ya fueron detalladas con anterioridad y sus resultados no deben sobrepasar el valor del esfuerzo máximo admisible.

El esfuerzo de torsión sobre el larguero respecto al eje X queda reflejado por la Ec. (5.154) y respecto al eje Y queda reflejado por la Ec. (5.155) que fueron explicadas con anterioridad en el Caso 1.

En la situación de funcionamiento del paracaídas se registran esfuerzos por pandeo, por lo tanto la fuerza de pandeo a lo que están sometidos los largueros debido a la fuerza de frenado que se produce como consecuencia de la actuación del paracaídas, se expresa según la fórmula:

$$F_k = \frac{k_1 \times g_n \times (Q + P)}{n} \quad (5.170)$$

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.170) se obtiene:

$$F_k = \frac{3 \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times (525 \text{ [kg]} + 600 \text{ [kg]})}{2} = 16554,4 \text{ [N]}$$

Para determinar el esfuerzo de pandeo se debe aplicar la siguiente Ec. :

$$\sigma_k = \frac{F_k \times \omega}{A} \quad (5.171)$$



Donde

F_k es la fuerza de pandeo (16554,4 N);

ω es el valor del factor de deformación omega;

A es el área de la sección transversal del larguero (25,18 cm^{2(*)}).

El área de la sección transversal del larguero es debido al perfil C de mayor dimensión que se obtuvo en los cálculos hasta ahora. Lo cual, cuando se analice las solicitaciones combinadas, se evaluara si dicho perfil cumple con la máxima tensión admisible.

Las dimensiones son:

- Alma: 280 [mm].
- Ala: 90 [mm].
- Diente: 50 [mm].
- W_y : 205 [cm³].
- W_x : 56,3 [cm³].
- Espesor: 3/16 “.
- A : 25,18 [cm²].

La obtención del valor de la variable ω se realiza con ayuda de las Ec. :

$$\lambda = \frac{l_k}{i} \quad (5.173)$$

La Ec. (7.55) nos permite obtener el valor del radio de giro mínimo:

$$i = \sqrt{\frac{I_{min}}{A}} \quad (5.174)$$

Dónde:

I_{MIN} es el momento de inercia mínimo de la sección del perfil (350[cm⁴]).



Sustituyendo los valores en la Ec. (5.173) resulta:

$$i = \sqrt{\frac{350 [cm^4]}{25,18 [cm^2]}} = 3,73 [cm]$$

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.172) resulta:

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{45 [cm]}{3,73 [cm]} = 12,06$$

Como el coeficiente de esbeltez es menor que el mínimo establecido por la Norma EN 81-1, se optó por el menor valor de dicho coeficiente que es de $\lambda=20$.

Tomando el polinomio de la Ec. (5.176) para acero de resistencia a la tracción de 440 N/mm^2 en función del valor obtenido de λ , obtenemos el valor de ω :

$$\omega_R = 1,05$$

Introduciendo en la Ec. (5.171) los datos obtenidos, el esfuerzo de pandeo resulta:

$$\sigma_k = \frac{16554,4 [N] \times 1,05}{25,18 \times 10^{-4} [m^2]} = 6,9 [MPa]$$

Introduciendo los esfuerzos de torsión, dadas por las Ec. (5.154) y (5.155), en la (5.151), resulta:

$$\sigma_m = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \sigma_{perm}$$
$$\sigma_m = \frac{1,52 [kN.m]}{W_x} + \frac{9,63 [kN.m]}{W_y} \leq 88 [MPa]$$

Sustituyendo los distintos valores de la nueva sección en la Ec. (5.151) se tiene:

$$\sigma_m = \frac{1,52 [kN.m]}{56,3 \times 10^{-6} [m^3]} + \frac{9,63 [kN.m]}{205 \times 10^{-6} [m^3]} = 74,03 [MPa] \leq 88 [MPa] \text{ Verifica}$$



Luego de verificar el esfuerzo a la torsión, se continúa con la verificación del esfuerzo a la torsión y compresión dada por la Ec. (5.152):

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k}{A} \leq \sigma_{perm} \quad (5.152)$$

Sustituyendo los valores resulta:

$$\sigma = 74,03 \text{ [MPa]} + \frac{16554,4 \text{ [N]}}{25,18 \times 10^{-4} \text{ [m}^2\text{]}} = 80,6 \text{ [MPa]} \leq 88 \text{ [MPa]} \quad \textit{Verifica}$$

Finalmente, queda por verificar el esfuerzo a la torsión y pandeo dada por la Ec. (5.153):

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \times \sigma_m \leq \sigma_{perm} \quad (5.153)$$

Sustituyendo los valores resulta:

$$\sigma_c = 6,9 \text{ [MPa]} + 0,9 \times 74,03 \text{ [MPa]} = 73,53 \text{ [MPa]} \leq 88 \text{ [MPa]} \quad \textit{Verifica}$$

De esta forma, se comprueba que es capaz de soportar todos y cada uno de los esfuerzos combinados.

Funcionamiento del elemento de seguridad (paragolpes)

- *Calculo de solicitaciones para Caso 1 de distribución de Carga:*

Ménsula:

El cálculo de los esfuerzos en la ménsula para la situación de funcionamiento del paracaídas es análogo al de funcionamiento normal para el Caso 1. La diferencia se encuentra en el valor del factor de impacto utilizado para considerar la parada brusca de la cabina.

Este factor de impacto viene dado por la desaceleración que le imprime el resorte a la cabina en caso de que esta impacte con una velocidad igual a la nominal. El valor de la desaceleración fue calculado en apartado correspondiente al diseño del resorte (paragolpes), y resulta de:

$$a_{max} = \frac{v^2}{f_{max}} \quad (5.183)$$

$$a_{max} = \frac{(0,75 \left[\frac{m}{s} \right])^2}{0,076[m]} = 7,4 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

Luego el factor de impacto está dado por la relación entre la diferencia de la gravedad y la desaceleración que imprime el resorte (como son opuestas entre sí, se suman) y la gravedad:

$$\psi = \frac{g_n + a_{max}}{g_n} = \frac{9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right] + 7,4 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right]} = 1,75$$

Queda aclarar que se analizan los esfuerzos de Q y P por separado para un mayor entendimiento. La Figura 5.39 muestra la distribución de la carga debido a Q en la ménsula:

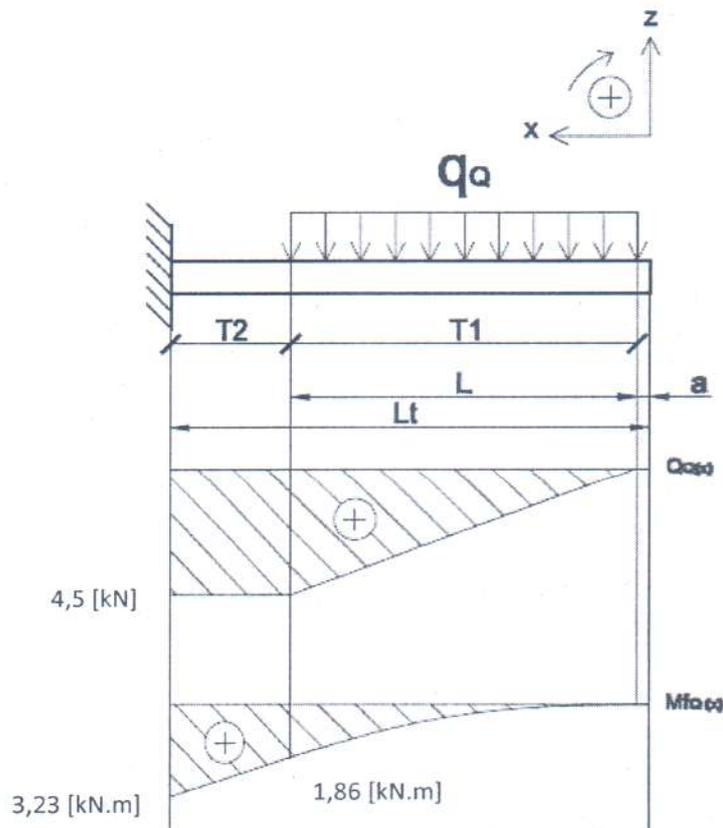


Figura 5.39 Distribución de carga de la carga Q



Donde:

- T1 es el tramo de la mensula donde se esta aplicando la carga distribuida;
T2 es el tramo de la mensula donde no se aplica la carga distribuida pero esta fluenciada por está.

La carga distribuida esta dada por la Ec. (5.184):

$$q_{Q(x)} = \frac{\psi \times \frac{Q}{2} \times g_n}{0,75 \times x} \quad (5.184)$$

Dónde:

- ψ es el factor de impacto debido al resorte (paragolpes) (1,75);
 g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);
Q es la carga nominal (525 Kg);
 l_t es la longitud respecto de X del ancho de la cabina del ascensor incluyendo paredes (1,16[m]);
l es la longitud respecto de X de la plataforma del ascensor donde esta aplicada la carga distribuida Q (0,825 [m]^(*));
a es el ancho de la pared del ascensor (0,03[m]).

Siendo:

$$l = 0,75 \times (l_t - 2 \times a) = 0,75 \times (1,16[m] - 2 \times 0,03[m]) = 0,825[m]$$

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.184) para x = l resulta:

$$q_{Q(l)} = \frac{3 \times \frac{525[kg]}{2} \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{0,825[m]} = 5,46 \left[\frac{kN}{m} \right]$$

Para analizar las fuerzas y momentos debido a la carga q, se divide el largo total de la mensula en el tramo T1 y el T2.



Luego la fuerza debida a la carga distribuida en el tramo T1 esta dada por la Ec. (5.185):

$$Q_{Q-T1}(x) = \int q_{Q(l)} dx \quad (5.185)$$

$$Q_{Q-T1}(x) = q_{Q(l)} \times x + C_0$$

Siendo $C_0 = 0$, ya que de la Figura 5.39 $Q_{Q(0)} = 0$.

Sustituyendo en la Ec. (5.185) resulta:

$$Q_{Q-T1}(x) = 5,46 \left[\frac{kN}{m} \right] \times x$$

Para $x = 0,825[m]$ resulta:

$$Q_{Q-T1}(l) = 5,46 \left[\frac{kN}{m} \right] \times 0,825[m] = 4,5 [kN]$$

Finalmente el momento flector en el tramo T1 viene dado por la Ec. (5.186):

$$Mf_{Q-T1}(x) = \int Q_{Q-T1}(x) dx \quad (5.186)$$

$$Mf_{Q-T1}(x) = \int 5,46 \left[\frac{kN}{m} \right] \times x dx$$

Integrando la Ec. (5.186) resulta:

$$Mf_{Q-T1}(x) = 5,46 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} + C_1$$

Siendo $C_1 = 0$, ya que de la Figura 5.39 $Mf_{Q(0)} = 0$. Por lo tanto, el **momento flector** en x debido a la carga Q en el tramo T1 resulta ser:

$$Mf_{Q-T1}(x) = 5,46 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2}$$

Para $x = 0,825[m]$ resulta:

$$Mf_{Q-T1}(l) = 5,46 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{(0,825[m])^2}{2} = 1,86 [kN.m]$$



Por otra parte, la fuerza debida a la carga distribuida en el tramo T2 esta dada por la Ec. (5.187):

$$Q_{Q-T2}(x) = \int q_{Q(l)} dx \quad (5.187)$$

$$Q_{Q-T2}(x) = q_{Q(l)} \times x + C_2$$

Siendo $q_{Q(l)} = 0$ ya que en el tramo T2 no hay aplicada ninguna carga distribuida, y $C_2 = 4,5$ [kN], ya que de la Figura 5.39 $Q_{Q(l)} = 4,5$ [kN].

Sustituyendo en la Ec. (5.187) resulta:

$$Q_{Q-T2}(x) = 4,5 \text{ [kN]}$$

Finalmente el momento flector en el tramo T2 viene dado por la Ec. (5.188):

$$Mf_{Q-T2}(x) = \int Q_{Q-T2}(x) dx \quad (5.188)$$

$$Mf_{Q-T2}(x) = \int 4,5 \text{ [kN]} dx$$

Integrando la Ec. (5.188) resulta:

$$Mf_{Q-T2}(x) = 4,5 \text{ [kN]} \times x + C_3$$

Siendo $C_3 = 1,86$ [kN.m], ya que de la Figura 5.39 $Mf_{Q(l)} = 1,86$ [kN.m]. Por lo tanto, el momento flector en x debido a la carga Q en el tramo T1 resulta ser:

$$Mf_{Q-T2}(x) = 4,5 \text{ [kN]} \times x + 1,86 \text{ [kN.m]}$$

Para el tramo T2, la distancia hasta el empotrado será:

$$x = lt - l - a = 1,16 \text{ [m]} - 0,825 \text{ [m]} - 0,03 \text{ [m]} = 0,305 \text{ [m]}$$

Sustituyendo los valores el momento flector en el tramo T2 será:

$$Mf_{Q-T2}(lt-l-a) = 4,5 \text{ [kN]} \times 0,305 \text{ [m]} + 1,86 \text{ [kN.m]} = 3,23 \text{ [kN.m]}$$



Luego, la Figura 5.40 muestra la distribución de la carga debido a P de la ménsula:

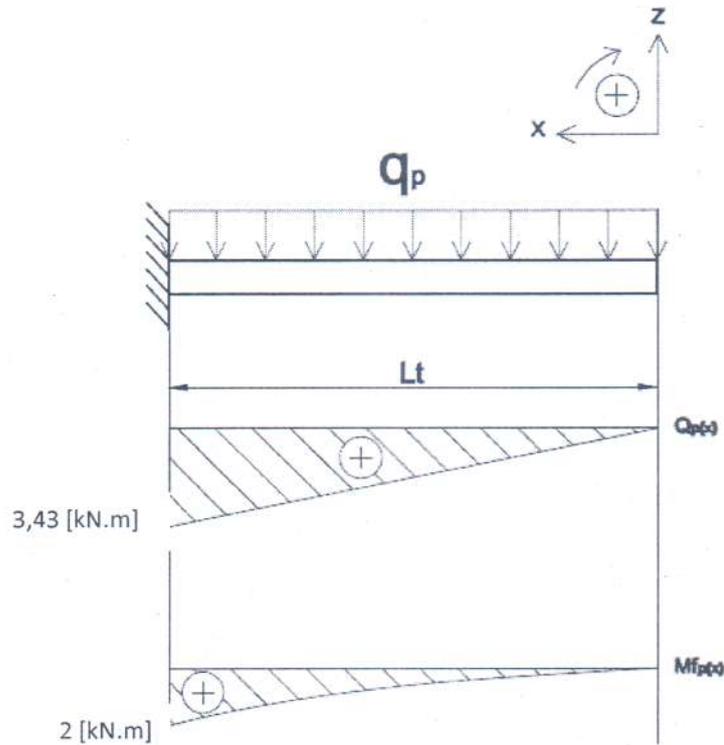


Figura 5.40 Distribución de carga de la carga P

La carga distribuida esta dada por la Ec. (5.189):

$$q_{p(x)} = \frac{\psi \times \frac{P}{2} \times g_n}{x} \quad (5.189)$$

Dónde:

ψ es el factor de impacto del resorte (paragolpes) (1,75);

g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);

P es la masa de la cabina vacía (400 kg);

l_t es la longitud respecto de X del ancho de la cabina del ascensor incluyendo paredes (1,16[m]).



Sustituyendo los valores en la Ec.(5.189) para $x = lt$ resulta:

$$q_p(lt) = \frac{1,75 \times \frac{400[kg]}{2} \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{(1,16[m])} = 2,96 \left[\frac{kN}{m} \right]$$

Luego la fuerza debida a la carga distribuida esta dada por la Ec. (5.190):

$$Q_p(x) = \int q_p(lt) dx \quad (5.190)$$

$$Q_p(x) = q_p(lt) \times x + C_4$$

Siendo $C_4 = 0$, ya que de la Figura 5.40 $Q_p(0) = 0$.

Sustituyendo en la Ec. (5.190) resulta:

$$Q_p(x) = 2,96 \left[\frac{kN}{m} \right] \times x$$

Para $x = 1,16[m]$ resulta:

$$Q_p(lt) = 2,96 \left[\frac{kN}{m} \right] \times 1,16[m] = 3,43 [kN]$$

Finalmente el momento flector viene dado por la Ec. (5.191):

$$Mf_p(x) = \int Q_p(x) dx \quad (5.191)$$

$$Mf_p(x) = \int 2,96 \left[\frac{kN}{m} \right] \times x dx$$

Integrando la Ec. (5.191) resulta:

$$Mf_{Q-T1}(x) = 2,96 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} + C_5$$



Siendo $C_5 = 0$, ya que del Figura 5.40 $M_{fp(0)} = 0$. Por lo tanto, el momento flector en x debido a la carga P resulta ser:

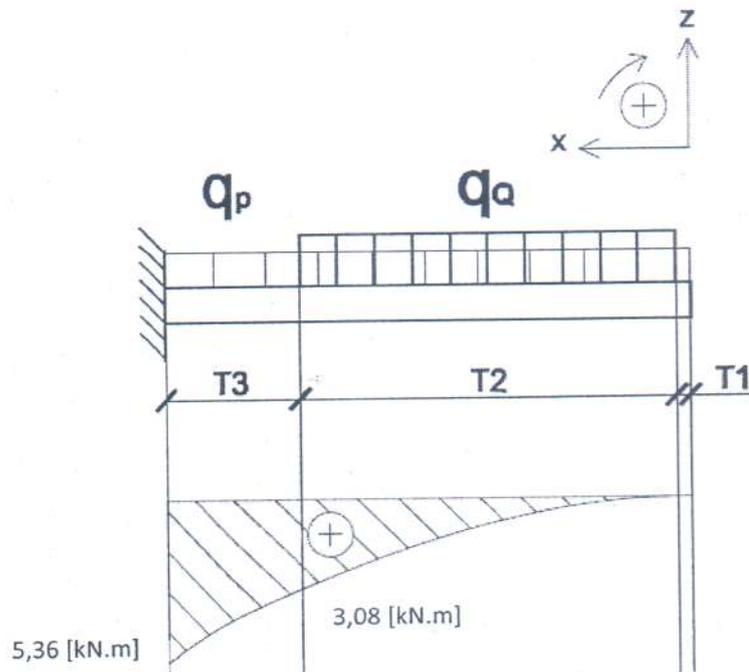
$$M_{fp(x)} = 2,96 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2}$$

Para $x = 1,16[m]$ resulta:

$$M_{fp(1,16)} = 2,96 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{(1,16[m])^2}{2} = 2 [kN.m]$$

Una vez que analizamos por partes los esfuerzos debido a las dos cargas, se analiza el esfuerzo resultante que es el que nos permitira definir el perfil necesario capaz de soportar dichos esfuerzos.

La Figura 5.41 representa la mensula con todos los esfuerzos, lo cual se decidio dividirla en 3 tramos:



Esquema 5.41 Distribución de carga de las cargas Q y P .



- Para el tramo T1, comprendido entre 0 y a, el momento flector resulta:

$$Mf_{(x)} = 2,96 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2}$$

Siendo $x = a = 0,03[m]$, resulta:

$$Mf_{(a)} = 2,96 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{(0,03[m])^2}{2} = 1,33 \times 10^{-3} [kN.m]$$

- Para el tramo T2, comprendido entre a y l+a, el momento flector resulta:

$$Mf_{(x)} = 5,46 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} \Big|_{0,03[m]}^{0,855[m]} + 2,96 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} \Big|_{0,03[m]}^{0,855[m]} + C_6 = 3,08 [kN.m]$$

Siendo $C_6 = 1,33 \times 10^{-3} [kN.m]$, ya que de la Figura 6.3 $Mf_{p(a)} = 1,33 \times 10^{-3} [kN.m]$.

- Finalmente para el tramo T3, comprendido entre lt y l+a, el momento flector resulta:

$$Mf_{(x)} = 2,96 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} \Big|_{0,855[m]}^{1,16[m]} + 4,5 \left[\frac{kN}{m} \right] \times x \Big|_{0,855[m]}^{1,16[m]} + 1,86 [kN.m] \Big|_{0,855[m]}^{1,16[m]} \\ + 3,08 [kN.m] = 5,36 [kN.m]$$

Teniendo el mayor valor del momento flector, y la tensión de trabajo admisible, se procede a calcular el modulo resistente necesario del perfil:

$$W_x = \frac{M_x}{\sigma_x} = \frac{5,36 [kN.m]}{88 [MPa]} = 60,9 \times 10^{-6} [m^3]$$



Travesaño entre ménsulas:



Se procede de la misma manera que en el cálculo del travesaño para la situación de funcionamiento del paracaídas del Caso 1.

Recordamos la Ec. de la reacción vertical y la reacción de momento:

$$R_{Bz} = \frac{F}{2} \quad (5.147)$$

$$M_B = \frac{F \times L}{8} \quad (5.148)$$

Como solo nos interesan los esfuerzos debido a los momentos flectores y torsores, solo calcularemos M_B .

La fuerza (F) debido a la tensión de los cables y resulta ser:

$$F = k_2 \times G \times g_n \quad (5.192)$$

Dónde:

K_2 es el factor de impacto según Tabla 5.2 (1,2);

g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);

G es la masa del contrapeso (862,5 kg);

El factor de impacto no se ve alterado para el funcionamiento del resorte debido a que cuando este actúa, se presenta un instante en el que el cable se destensa debido a que se pierde la tracción entre la polea y dicho cable (apartado de cálculo de polea tractora).

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.192) resulta:

$$F = 1,2 \times 862,5 [kg] \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right] = 10153,4 [N]$$

Sustituyendo los valores en la (5.148) resulta:

$$M_B = \frac{10153,4 [N] \times 1,2}{8} = 1523 [N.m]$$



Teniendo el mayor valor del momento flector, y la tensión de trabajo admisible, se procede a calcular el modulo resistente necesario del perfil:

$$W_y = \frac{M_y}{\sigma_y} = \frac{1,52[kN.m]}{88[MPa]} = 17,3 \times 10^{-6}[m^3]$$

Largueros:

El análisis de los esfuerzos presentes en el larguero es similar al Caso 1 para la situación de funcionamiento normal con la excepción de que este presenta una fuerza de pandeo. Al ser la carga simétrica, las solicitaciones en ambos largueros son iguales y estarán dados por los momentos flectores generados en el travesaño y en la ménsula, y por la fuerza de pandeo. Por lo tanto, los planos a analizar en el larguero serán el plano XZ y el plano YZ.

Según lo explicado los valores de los momentos torsores entonces son:

$$M_t(\text{travesaño}) = M_B = 1,52 [kN.m]$$

$$M_t(\text{mensula}) = M_{f(lt)} = 5,36 [kN.m]$$

Los esfuerzos combinados, que son el resultado de la combinación de los esfuerzos de flexión y/o torsión y pandeo a los que están sometidos los largueros, vienen determinados por las Ec. (5.151), (5.152) y (5.153) que ya fueron detalladas con anterioridad y sus resultados no deben sobrepasar el valor del esfuerzo máximo admisible.

El esfuerzo de torsión sobre el larguero respecto al eje X queda reflejado por la Ec. (5.154) y respecto al eje Y queda reflejado por la Ec. (5.155) que fueron explicadas con anterioridad en el Caso 1.

En la situación de funcionamiento del paragolpes se registran esfuerzos por pandeo, por lo tanto la fuerza de pandeo a lo que están sometidos los largueros debido a la fuerza de frenado que se produce como consecuencia de la actuación del paragolpes, es:

$$F_k = 13795,3[N]$$

El valor de dicha fuerza fue calculada en el apartado de cálculo de resorte, donde esta fuerza es considerada como el esfuerzo que tiene que soportar dicho resorte.



Para determinar el esfuerzo de pandeo se debe aplicar la siguiente Ec. :

$$\sigma_k = \frac{F_k \times \omega}{A} \quad (5.171)$$

Dónde:

- F_k es la fuerza de pandeo (13795,3 N);
- ω es el valor del factor de deformación omega;
- A es el área de la sección transversal del larguero (25,18 cm²(*)).

El área de la sección transversal del larguero es debido al perfil C de mayor dimensión que se obtuvo en los cálculos hasta ahora. Lo cual, cuando se analice las sollicitaciones combinadas, se evaluara si dicho perfil cumple con la máxima tensión admisible.

- Alma: 280 [mm].
- Ala: 90 [mm].
- Diente: 50 [mm].
- W_y : 205 [cm³].
- W_x : 56,3 [cm³].
- Espesor: 3/16 “.
- A: 25,18 [cm²].

Calculamos el radio de giro mínimo mediante la Ec. (5.173):

$$i = \sqrt{\frac{350 [cm^4]}{25,18 [cm^2]}} = 3,73 [cm]$$

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.172) resulta:

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{45 [cm]}{3,73 [cm]} = 12,06$$

Como el coeficiente de esbeltez es menor que el mínimo establecido por la Norma EN 81-1, se optó por el menor valor de dicho coeficiente que es de $\lambda=20$.



Tomando el polinomio de la Ec. (5.176) para acero de resistencia a la tracción de 440 N/mm^2 en función del valor obtenido de λ , obtenemos el valor de ω :

$$\omega_R = 1,05$$

Introduciendo en la Ec. (5.171) los datos obtenidos, el esfuerzo de pandeo resulta:

$$\sigma_k = \frac{13795,3[N] \times 1,05}{25,18 \times 10^{-4} [m^2]} = 5,75 [MPa]$$

Introduciendo los esfuerzos de torsión, dadas por las Ec. (5.154) y (5.155), en la Ec. (5.151), resulta:

$$\sigma_m = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \sigma_{perm}$$
$$\sigma_m = \frac{1,52[kN.m]}{W_x} + \frac{5,36[kN.m]}{W_y} \leq 88[MPa]$$

Sustituyendo los distintos valores de la nueva sección en la Ec. (5.151) se tiene:

$$\sigma_m = \frac{1,52[kN.m]}{56,3 \times 10^{-6}[m^3]} + \frac{5,36[kN.m]}{205 \times 10^{-6}[m^3]} = 53,2[MPa] \leq 88[MPa] \quad \text{Verifica}$$

Luego de verificar el esfuerzo a la torsión, se continúa con la verificación del esfuerzo a la torsión y compresión dada por la Ec. (5.152):

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k}{A} \leq \sigma_{perm} \quad (5.152)$$

Sustituyendo los valores resulta:

$$\sigma = 53,2 [MPa] + \frac{13795,3[N]}{25,18 \times 10^{-4} [m^2]} = 58,7 [MPa] \leq 88[MPa] \quad \text{Verifica}$$

Finalmente, queda por verificar el esfuerzo a la torsión y pandeo dada por la Ec. (5.153):

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \times \sigma_m \leq \sigma_{perm} \quad (5.153)$$



Sustituyendo los valores resulta:

$$\sigma_c = 5,75[\text{MPa}] + 0,9 \times 53,2[\text{MPa}] = 53,6[\text{MPa}] \leq 88[\text{MPa}] \quad \text{Verifica}$$

De esta forma, se comprueba que es capaz de soportar todos y **cada uno** de los esfuerzos combinados.

- *Calculo de solicitaciones para Caso 2 de distribución de Carga:*

Ménsula:

Recordamos que para el Caso 2 como la carga está distribuida en un 75 % pero con respecto al eje Y, la carga se reparte en las ménsulas en un 34% y 66% respectivamente, por lo tanto para el cálculo se tomara la ménsula que este más solicitada, es decir, con el 66% de la carga nominal.

Nuevamente se analizan los esfuerzos de Q y P por separado **para un mayor entendimiento**. La Figura 5.42 muestra la distribución de la carga debido a Q en la ménsula:

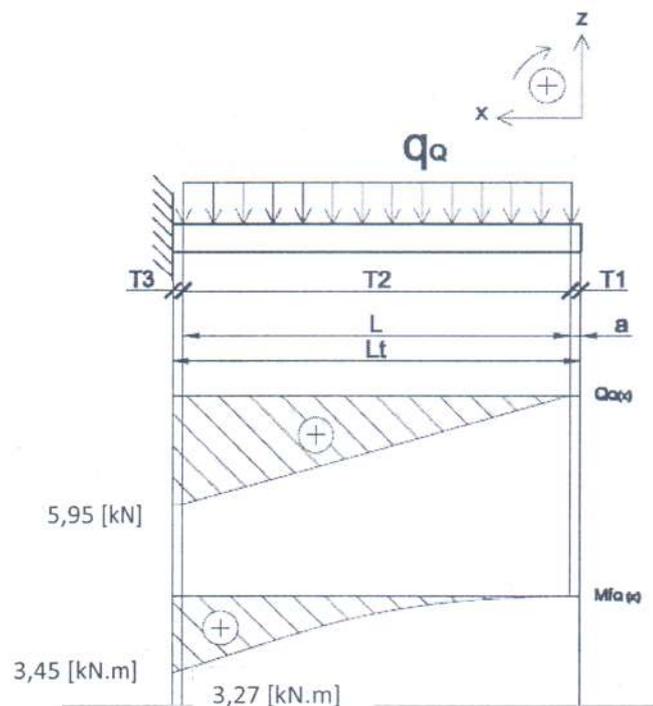


Figura 5.42 Distribución de carga de la carga Q .



Donde:

T1, T3 es el tramo de la mensula donde no se esta aplicando la carga distribuida Q (pared de cabina);

T2 es el tramo de la mensula donde se aplica la carga distribuida Q.

La carga distribuida esta dada por la Ec. (5.193):

$$q_{Q(x)} = \frac{\psi \times 66\% \times Q \times g_n}{x} \quad (5.193)$$

Dónde:

ψ es el factor de impacto del resorte (paragolpes) (1,75);

g_n es la aceleración normal de la gravedad (9,81 m/s²);

Q es la carga nominal (525 Kg);

lt es la longitud respecto de X del ancho de la cabina del ascensor incluyendo paredes (1,16[m]);

l es la longitud respecto de X de la plataforma del ascensor donde esta aplicada la carga distribuida Q (1,10 [m]^(*));

a es el ancho de la pared del ascensor (0,03[m]).

Sustituyendo los valores en la Ec. (5.193) para x = l resulta:

$$q_{Q(l)} = \frac{1,75 \times 0,66 \times 525[kg] \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{1,10[m]} = 5,41 \left[\frac{kN}{m} \right]$$

Luego la fuerza debida a la carga distribuida esta dada por la Ec. (5.194):

$$Q_{Q-T2}(x) = \int q_{Q(l)} dx \quad (5.194)$$

Sustituyendo en la Ec. (5.194) resulta:

$$Q_{Q-T2}(x) = 5,41 \left[\frac{kN}{m} \right] \times x$$



Para $x = 1,10[m]$ resulta:

$$Q_{Q-T2(l)} = 5,41 \left[\frac{kN}{m} \right] \times 1,1[m] = 5,95 [kN]$$

Finalmente el momento flector viene dado por la Ec. (5.195):

$$Mf_{Q-T2(x)} = \int Q_{Q-T2(x)} dx \quad (5.195)$$

Integrando y reemplazando los valores en la Ec. (5.195) resulta:

$$Mf_{Q-T2(x)} = 5,41 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2}$$

Para $x = 1,10[m]$ resulta:

$$Mf_{Q-T2(l)} = 5,41 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{(1,10[m])^2}{2} = 3,27 [kN.m]$$

Por otra parte, la fuerza debida a la carga distribuida en el tramo T3 esta dada por la Ec. (5.196):

$$Q_{Q-T3(x)} = \int q_{Q(l)} dx \quad (5.196)$$

Sustituyendo en la Ec. (5.196) resulta:

$$Q_{Q-T3(x)} = 5,95[kN]$$

Finalmente el momento flector en el tramo T3 viene dado por la Ec. (5.197):

$$Mf_{Q-T3(x)} = \int Q_{Q-T3(x)} dx \quad (5.197)$$

Integrando y reemplazando los valores en la Ec. (5.197) resulta:

$$Mf_{Q-T3(x)} = 5,95[kN] \times x + 3,27 [kN.m]$$

Para el tramo T3, la distancia hasta el empotrado será:

$$x = 0,03[m]$$



Sustituyendo los valores el momento flector en el tramo T3 será:

$$M_{f_{Q-T3(a)}} = 5,95[kN] \times 0,03[m] + 3,27 [kN.m] = 3,45[kN.m]$$

Luego, la Figura 5.43 muestra la distribución de la carga debido a P de la ménsula:

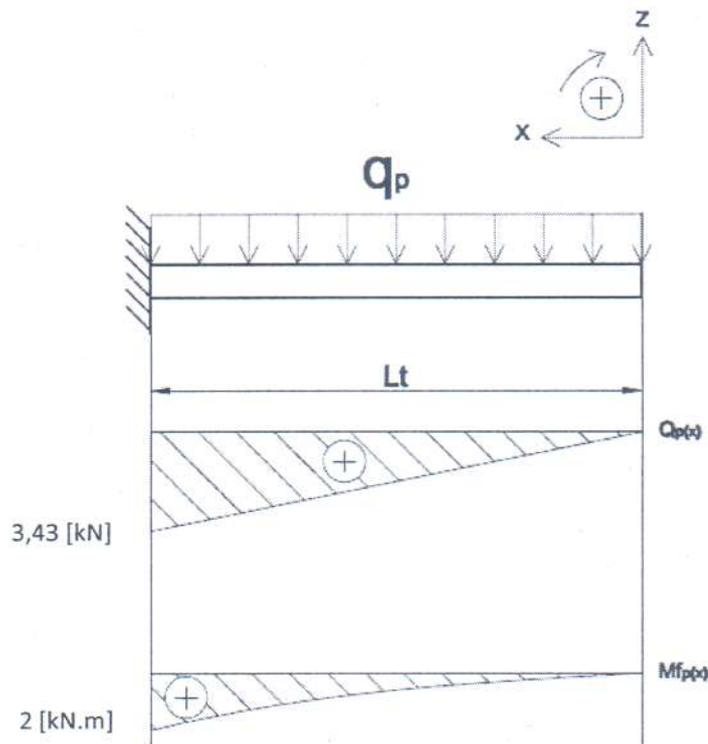


Figura 5.43 Distribución de carga de la carga P

La carga distribuida esta dada por la Ec. (5.198):

$$q_{p(x)} = \frac{\psi \times \frac{P}{2} \times g_n}{x} \quad (5.198)$$

Dónde:

ψ es el factor de impacto del resorte (paragolpes) (1,75);

g_n es la aceleración normal de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$);

P es la masa de la cabina vacía (400 kg);



Sustituyendo los valores el momento flector en el tramo T3 será:

$$Mf_{Q-T3(a)} = 5,95[kN] \times 0,03[m] + 3,27 [kN.m] = 3,45[kN.m]$$

Luego, la Figura 5.43 muestra la distribución de la carga debido a P de la ménsula:

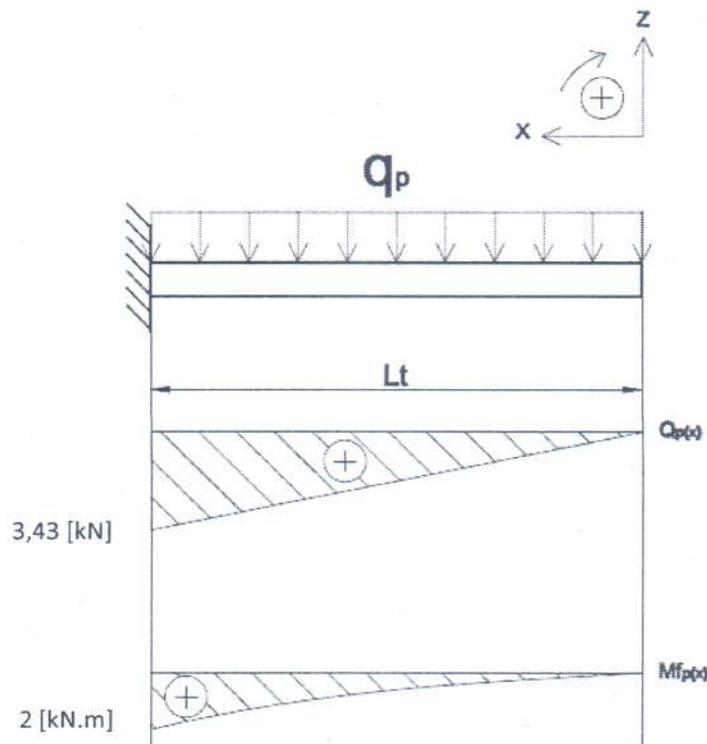


Figura 5.43 Distribución de carga de la carga P

La carga distribuida esta dada por la Ec. (5.198):

$$q_p(x) = \frac{\psi \times \frac{P}{2} \times g_n}{x} \quad (5.198)$$

Dónde:

ψ es el factor de impacto del resorte (paragolpes) (1,75);

g_n es la aceleración normal de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$);

P es la masa de la cabina vacía (400 kg);



It es la longitud respecto de X del ancho de la cabina del ascensor incluyendo paredes (1,16[m]).

Como la distribución de carga de la masa de la cabina es simétrica y no cambia para el Caso 1 respecto del Caso 2, evitaremos realizar el cálculo nuevamente. Simplemente se ingresan los valores de los esfuerzos.

$$q_p (lt) = \frac{1,75 \times \frac{400[kg]}{2} \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right]}{(1,16[m])} = 2,96 \left[\frac{kN}{m} \right]$$

$$Q_p (lt) = 2,96 \left[\frac{kN}{m} \right] \times 1,16[m] = 3,43 [kN]$$

$$Mf_p (lt) = 3,43 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{(1,16[m])^2}{2} = 2 [kN \cdot m]$$

Una vez que analizamos por partes los esfuerzos debido a las dos cargas, se analiza el esfuerzo resultante que es el que nos permitira definir el perfil necesario capaz de soportar dichos esfuerzos.



La Figura 5.44 representa la mensula con todos los esfuerzos, lo cual se decidió dividirla en 3 tramos:

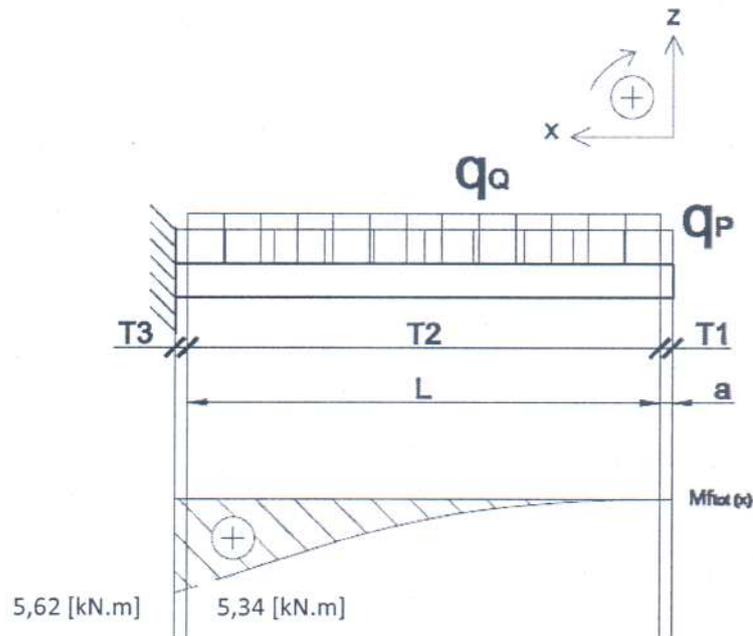


Figura 5.44 Distribución de carga de las cargas Q y P.

- Para el tramo T1, comprendido entre 0 y a, el momento flector resulta:

$$Mf(x) = 2,96 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2}$$

Siendo $x = a = 0,03[m]$, resulta:

$$Mf(a) = 2,96 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{(0,03[m])^2}{2} = 1,33 \times 10^{-3} [kN.m]$$

- Para el tramo T2, comprendido entre a y l+a, el momento flector resulta:

$$Mf(x) = 5,41 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} \left[\frac{1,13[m]}{0,03[m]} \right] + 2,96 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} \left[\frac{1,13[m]}{0,03[m]} \right] + C = 5,34 [kN.m]$$

Siendo $C = 1,33 \times 10^{-3} [kN.m]$, por lo tanto se despreciable su valor.



- Finalmente para el tramo T3, comprendido entre l_1 y l_1+a , el momento flector resulta:

$$Mf_{(x)} = 2,96 \left[\frac{kN}{m} \right] \times \frac{x^2}{2} \left[\begin{array}{l} 1,16[m] \\ 1,13[m] \end{array} \right] + 5,41 \left[\frac{kN}{m} \right] \times x \left[\begin{array}{l} 1,16[m] \\ 1,13[m] \end{array} \right] + 3,27[kN \cdot m] \left[\begin{array}{l} 1,16[m] \\ 1,13[m] \end{array} \right] \\ + 5,34[kN \cdot m] = 5,62[kN \cdot m]$$

Teniendo el mayor valor del momento flector, y la tensión de **trabajo admisible**, se procede a calcular el modulo resistente necesario del perfil:

$$W_x = \frac{M_x}{\sigma_x} = \frac{5,62[kN \cdot m]}{88[MPa]} = 63,9 \times 10^{-6}[m^3]$$

Travesaño entre ménsulas:

La solicitaciones del travesaño para la situación de funcionamiento del elemento de seguridad (paragolpes), no varía del Caso 1 respecto del Caso 2. Por lo tanto, los esfuerzos generados son exactamente lo mismo, y se evita la repetición de los cálculos.

Los valores del momento flector y modulo resistente son:

$$M_B = 1523 [N \cdot m]$$

$$W_y = 17,3 \times 10^{-6}[m^3]$$

Largueros:

Los esfuerzos presentes en el larguero son los mismos que los hallados en el Caso 1 y estarán dados por los momentos flectores generados en el travesaño y en la ménsula, y la fuerza de pandeo, calculados anteriormente. Por lo tanto, los planos a analizar en el larguero serán el plano XZ y el plano YZ.



Por otra parte, como la carga no está distribuida simétricamente entre las ménsulas, los esfuerzos para cada larguero serán distintos, por lo que se analiza el larguero con la mayor sollicitación.

Al igual que en el Caso 1 los valores de los momentos torsores entonces son:

$$M_{t(\text{travesaño})} = M_B = 1,52 \text{ [kN.m]}$$

$$M_{t(\text{mensula})} = M_{f(1t)} = 5,62 \text{ [kN.m]}$$

Los esfuerzos combinados, que son el resultado de la combinación de los esfuerzos de flexión y/o torsión y pandeo a los que están sometidos los largueros, vienen determinados por las Ec. (5.151), (5.152) y (5.153) que ya fueron detalladas con anterioridad y sus resultados no deben sobrepasar el valor del esfuerzo máximo admisible.

El esfuerzo de torsión sobre el larguero respecto al eje X queda reflejado por la Ec. (5.154) y respecto al eje Y queda reflejado por la Ec. (5.155) que fueron explicadas con anterioridad en el Caso 1.

En la situación de funcionamiento del paracaídas dijimos que se registran esfuerzos por pandeo y su valor es:

$$F_k = 13795,3 \text{ [N]}$$

Para determinar el esfuerzo de pandeo se debe aplicar la siguiente Ec. :

$$\sigma_k = \frac{F_k \times \omega}{A} \quad (5.171)$$

Donde

- F_k es la fuerza de pandeo (13795,3 N);
- ω es el valor del factor de deformación omega;
- A es el área de la sección transversal del larguero (25,18 cm^{2(*)}).

El área de la sección transversal del larguero es debido al perfil C de mayor dimensión que se obtuvo en los cálculos hasta ahora. Lo cual, cuando se analice las sollicitaciones combinadas, se evaluará si dicho perfil cumple con la máxima tensión admisible.



Las dimensiones son:

- Alma: 280 [mm].
- Ala: 90 [mm].
- Diente: 50 [mm].
- W_y : 205 [cm³].
- W_x : 56,3 [cm³].
- Espesor: 3/16 “.
- A: 25,18 [cm²].

El valor de la variable ω no varía del Caso 1:

$$\omega_R = 1,05$$

Introduciendo en la Ec. (5.171) los datos obtenidos, el esfuerzo de pandeo resulta:

$$\sigma_k = \frac{13795,3[N] \times 1,05}{25,18 \times 10^{-4} [m^2]} = 5,75 [MPa]$$

Introduciendo los esfuerzos de torsión, dadas por las Ec. (5.154) y (5.155), en la (5.151), resulta:

$$\sigma_m = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \sigma_{perm}$$
$$\sigma_m = \frac{1,52[kN.m]}{W_x} + \frac{5,62[kN.m]}{W_y} \leq 88[MPa]$$

Sustituyendo los distintos valores de la nueva sección en la Ec. (5.151) se tiene:

$$\sigma_m = \frac{1,52[kN.m]}{56,3 \times 10^{-6}[m^3]} + \frac{5,62[kN.m]}{205 \times 10^{-6}[m^3]} = 54,5[MPa] \leq 88[MPa] \text{ Verifica}$$

Luego de verificar el esfuerzo a la torsión, se continúa con la verificación del esfuerzo a la torsión y compresión dada por la Ec. (5.152):

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k}{A} \leq \sigma_{perm} \quad (5.152)$$



Sustituyendo los valores resulta:

$$\sigma = 54,5 \text{ [MPa]} + \frac{13795,3 \text{ [N]}}{25,18 \times 10^{-4} \text{ [m}^2\text{]}} = 59,98 \text{ [MPa]} \leq 88 \text{ [MPa]} \quad \textit{Verifica}$$

Finalmente, queda por verificar el esfuerzo a la torsión y pandeo **dada** por la Ec. (5.153):

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \times \sigma_m \leq \sigma_{\text{perm}} \quad (5.153)$$

Sustituyendo los valores resulta:

$$\sigma_c = 5,75 \text{ [MPa]} + 0,9 \times 54,5 \text{ [MPa]} = 54,8 \text{ [MPa]} \leq 88 \text{ [MPa]} \quad \textit{Verifica}$$

De esta forma, se comprueba que es capaz de soportar todos y **cada** uno de los esfuerzos combinados.



5.7.1 Dimensionado final:

Por tanto en vista de que las comprobaciones realizadas para cada una de las tres situaciones de funcionamiento de la cabina han resultado correctas, se confecciona en la Tabla 5.6 una lista de los Momentos Resistentes hallados en el cálculo de la arcata para el travesaño, la ménsula y los largueros. De dicha Tabla se seleccionara los valores de mayor magnitud, ya que de esta manera se estaría verificando cada uno de los casos.

Tabla 5.6 Valores de momentos resistentes

	Situación de funcionamiento normal		Situación de actuación de elemento de seguridad (paracaídas)		Situación de actuación de elemento de seguridad (paragolpes)	
	Caso 1[cm ³]	Caso 2[cm ³]	Caso 1[cm ³]	Caso 2[cm ³]	Caso 1[cm ³]	Caso 2[cm ³]
Ménsula	$W_x=41,7$	$W_x=43,75$	$W_x=104$	$W_x=109,43$	$W_x=60,9$	$W_x=63,9$
Travesaño	$W_x=22,5$	$W_x=22,5$	$W_x=17,3$	$W_x=17,3$	$W_x=17,3$	$W_x=17,3$
Larguero	$W_x=41$ $W_y=171$	$W_x=41$ $W_y=171$	$W_x=56,3$ $W_y=205$	$W_x=56,3$ $W_y=205$	$W_x=56,3$ $W_y=205$	$W_x=56,3$ $W_y=205$



Ménsula:

El modulo resistente mínimo que deberá poseer cada uno de los perfiles de las ménsulas deberá ser de $109,43 \text{ [cm}^3\text{]}$. Como este valor esta dado para la zona de mayor momento flector (empotramiento) se decidió ir variando el perfil de la ménsula desde el extremo libre hasta su empotramiento en función de cómo varia la sollicitación a lo largo de dicha ménsula. En pocas palabras, copia la forma de la función que representa el momento flector, con la finalidad de economizar material y no agregar peso innecesario a la estructura.

La Figura 5.45 muestra la variación del momento flector a lo largo de la ménsula:

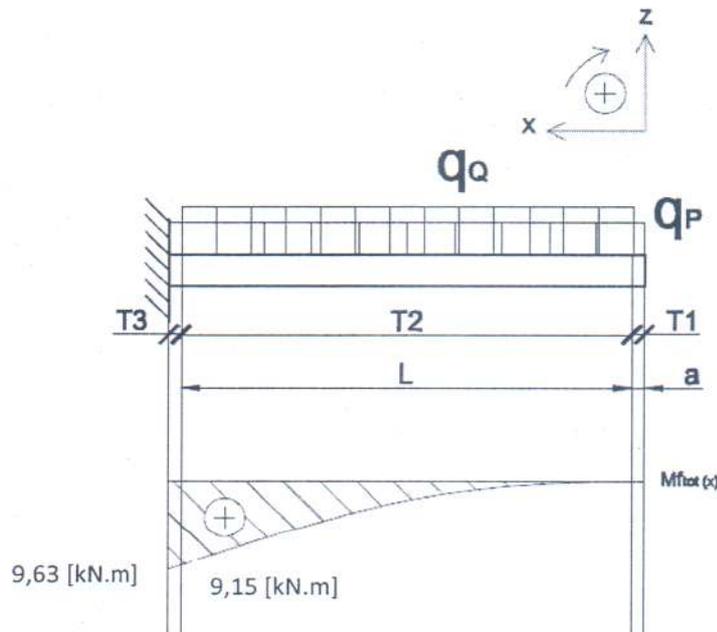


Figura 5.45 Momento flector en la ménsula

Como resulta costo realizar una chapa plegada con la forma de una función cuadrática, se decide realizarla con una forma lineal tal que punto a punto el modulo resistente cumpla con lo requerido.

Por una cuestión constructiva, si bien el momento flector en el extremo libre es cero, se decide que el perfil en ese extremo será de las siguientes dimensiones:

- Alma: 100 mm;
- Ala: 50 mm;



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA

- Diente: 35 mm;
- Espesor: 3/16".



FACULTAD DE INGENIERIA

Finalmente el dimensionado del perfil C de chapa plegada que cumple con un módulo resistente de 109,43 [cm³] es:

- Alma: 250 mm;
- Ala: 50 mm;
- Diente: 35 mm;
- Espesor: 3/16".

La Figura 5.46 muestra la disposición final de la ménsula:

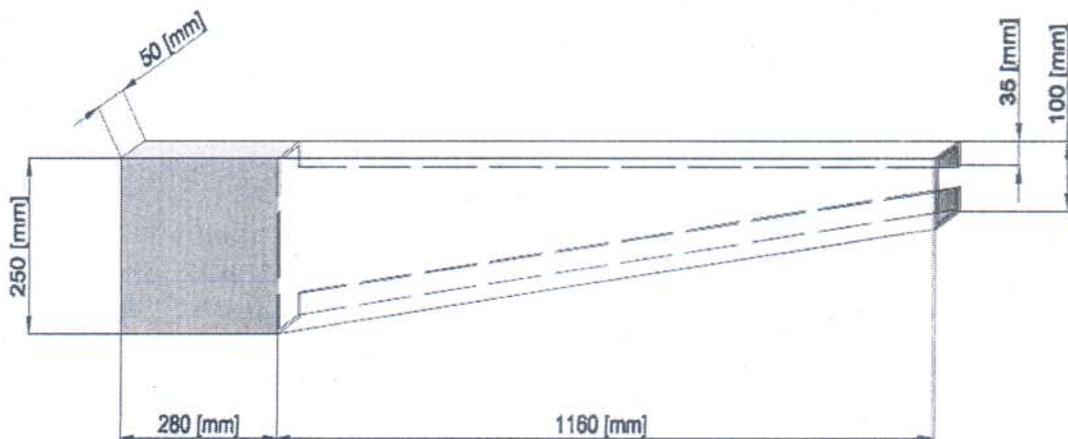


Figura 5.46 Ménsula.

Queda aclarar que los 280 [mm] de la ménsula es el espacio necesario para abulonar está al larguero.



Travesaño:

El módulo resistente mínimo que deberá poseer el perfil cuadrado de chapa plegada del travesaño deberá ser de $22,5 \text{ [cm}^3\text{]}$ y el dimensionado que cumple con este módulo es:

- Alma: 100 mm;
- Ala: 100 mm;
- Espesor: $3/16''$.

La Figura 5.47 muestra la disposición final del travesaño:

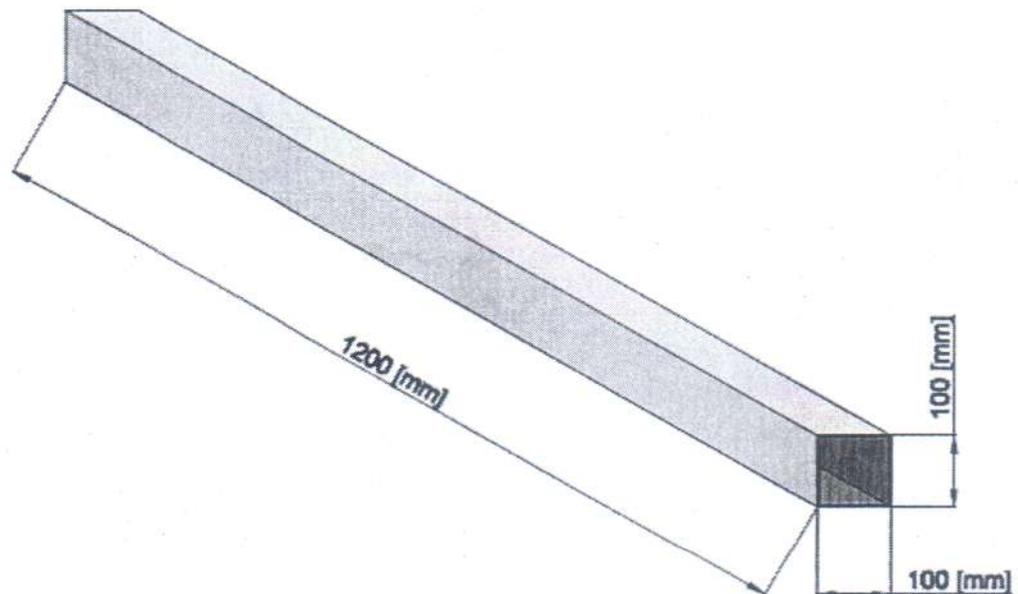


Figura 5.47 Travesaño.



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERIA

Larguero:

Los valores mínimos de modulo resistente que deberá poseer el perfil C de chapa plegada del larguero deberán ser de $W_x = 56,3 \text{ [cm}^3\text{]}$ y $W_y = 205 \text{ [cm}^3\text{]}$ y el dimensionado que cumple con estos valores es:

- Alma: 280 mm;
- Ala: 90 mm;
- Diente: 50 mm;
- Espesor: 3/16".



La Figura 5.48 muestra la disposición final del larguero:

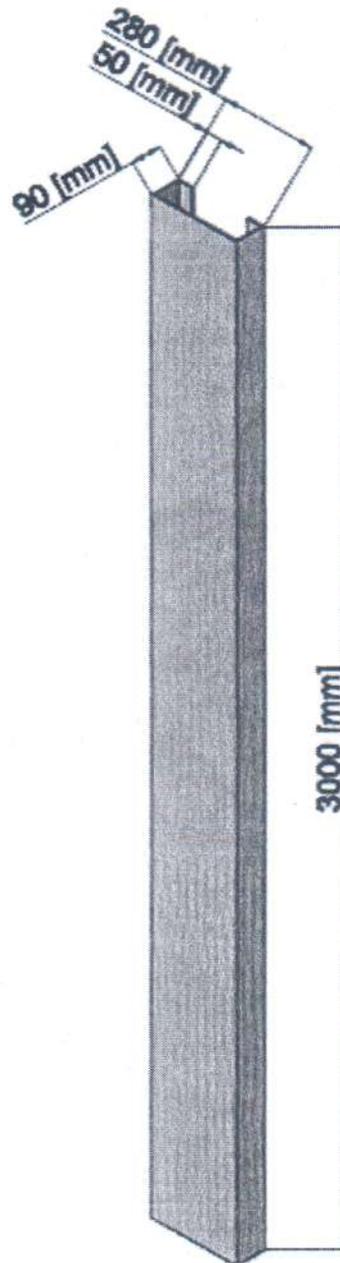


Figura 5.48 Larguero.



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERIA

Finalmente se expone un diagrama en el Anexo N donde se vinculan cada uno de los perfiles que juntos conforman la arcata (bastidor), de manera tal que facilite la disposición final de este elemento.



CAPÍTULO 6

CÁLCULO ELÉCTRICO DE UN ASCENSOR CON SALA DE MÁQUINAS LATERAL.

6.1 Disposiciones previas a los cálculos

La instalación eléctrica de un ascensor puede dividirse en:

- Circuito de tracción (o de potencia).
- Circuito de maniobra.
- Circuito de elementos eléctricos secundarios.

Cada uno de estos circuitos posee una tensión de alimentación **diferente** y son independientes de cualquier otro circuito del edificio. El circuito de **tracción** parte del tablero general de entrada de electricidad al tablero seccional de la sala de **máquinas**. Antes de comenzar con el cálculo eléctrico se describirán los circuitos **anteriormente** citados haciendo referencia además a los principales componentes que los forman.

Circuito de tracción

El circuito de tracción o también denominado circuito de potencia o **fuerza** motriz tiene la función de proporcionar la alimentación al motor eléctrico del ascensor de manera que puedan efectuarse las maniobras de desplazamiento indicadas. Los **elementos** que comúnmente lo componen son el interruptor principal o general que conecta con la red de suministro eléctrico, los guardamotors, variador de velocidad (lado **potencia**) y los contactores.

El interruptor principal o general debe ser capaz de cortar la alimentación **del** ascensor en todos los conductores activos así como de restablecerla. Tendrá que ser **capaz** de cortar la intensidad más elevada que pueda existir en condiciones de empleo normal **del** ascensor, y deberá tener la capacidad de ruptura necesaria para interrumpir la corriente **de cortocircuito** máxima esperable en ese punto de conexión.

- . Este interruptor no debe cortar los circuitos que alimentan:
 - El alumbrado de cabina o de ventilación.
 - La toma de corriente del techo de la cabina.
 - El alumbrado del cuarto de máquinas en caso de que lo haya.



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

- Las tomas de corriente del cuarto de máquinas y del foso.
- El alumbrado del hueco del ascensor.
- El dispositivo de alarma sonoro.

Este interruptor deberá ser fácilmente accesible e identificable en el cuadro eléctrico y tener posiciones estables de conectado y desconectado debiendo poder bloquearse la posición de desconectado mediante un candado o equivalente para evitar una conexión inadvertida.

Los contactores son unos dispositivos electromecánicos con posibilidad de ser accionados a distancia capaces de establecer o interrumpir el paso de corriente a un receptor o circuito eléctrico. En concreto su función consiste en cerrar el circuito de alimentación del motor del ascensor por lo que deberán estar adecuados a los elevados picos de intensidad que puedan producirse en la fase transitoria inmediata al instante del arranque.

En realidad un contactor no deja de ser un interruptor comandado a distancia por una bobina que alimenta el circuito de maniobra de la instalación. Está formado por una carcasa fabricada en material no conductor que proporciona sustento físico a todos sus componentes, un electroimán compuesto por una bobina y un núcleo ferromagnético encargado de conducir el flujo magnético que se produce en ella cuando se le aplica una tensión y la armadura, que es el elemento móvil cuyo retorno a la posición inicial se garantiza mediante un muelle o similar en cuanto se interrumpe el paso de corriente por la bobina. Cuando la bobina es excitada por la circulación de corriente que le proporciona el circuito de maniobra se genera un campo magnético que provoca el arrastre o desplazamiento de la armadura cerrando el circuito magnético y cambiando la posición de los contactos a abierto o cerrado según sea el contactor de tipo NC (contactos normalmente cerrados en ausencia de corriente en la bobina de mando) o NA (contactos normalmente abiertos en ausencia de corriente en la bobina de mando).

El contactor posee dos partes fijas ubicadas en la carcasa y una móvil solidaria a la armadura para establecer o interrumpir el paso de corriente entre las partes fijas. El movimiento de la armadura puede ser:

- Por rotación, pivote sobre su eje.
- Por traslación, deslizándose paralelamente a las partes fijas.
- Por combinación de las anteriores.



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERIA

Los variadores de frecuencia permiten invertir el sentido de giro del motor eléctrico de manera que el ascensor pueda desplazarse tanto en sentido ascendente como descendente, y además es el encargado del control de velocidad del motor.

Los guardamotores son interruptores magnetotermicos especialmente diseñados para protección de motores contra cortocircuitos y sobrecargas. Está compuesto por dos dispositivos de protección diferentes conectados en serie: un relé magnético y un relé térmico, permitiendo ajustar la corriente de disparo a la corriente que consume el motor. El primero se encarga de la protección contra los cortocircuitos y es extremadamente rápido; el segundo, de acción más lenta, protege a la máquina ante una sobreintensidad que comprometa su vida útil. La corriente en este caso lo que hace es provocar por efecto Joule el calentamiento de una serie de láminas bimetálicas que accionan el mecanismo de disparo.

El cortocircuito puede ser provocado por un fallo en el aislamiento de los devanados del motor, por un contacto entre elementos activos del circuito, etc. La sobrecarga puede deberse a la falta de una fase de alimentación del motor, a un par resistente excesivo, al intento de arranque con el rotor bloqueado o a una frecuencia de trabajo muy elevada entre otras. En ascensores el caso más habitual de sobrecarga en el motor es aquel en que no se cumplen las especificaciones de carga de la cabina.

La protección del motor contra sobrecargas también puede realizarse mediante el control del aumento de temperatura en los devanados del mismo, en ese caso se permite que el automatismo del circuito se active nuevamente, restableciendo su funcionamiento después de que haya habido un enfriamiento suficiente. El motor del operador de puertas de la cabina también debe estar protegido contra cortocircuito y sobrecarga, aunque por la poca potencia del equipo se le suele destinar un fusible que trae incorporado de fábrica.

Circuito de maniobra

La evolución del circuito de maniobra en los ascensores ha sido extraordinaria en las últimas décadas. Hasta los años setenta los cuadros de maniobra eran electromecánicos basados en relés, que es la disposición de maniobra que presenta actualmente el ascensor de la Facultad de Ingeniería. Luego aparecieron los transistores y los circuitos integrados que permitían laborar maniobras más complejas con cuadros de menores dimensiones y con mayor eficiencia. En los años ochenta llegó el microprocesador lo que permitió un nuevo tipo de control, mediante software, mucho más potente y flexible que todo lo precedente. En la actualidad la electrónica distribuida, que integra diversos microprocesadores conectados entre sí junto con variadores de frecuencia, constituye el último avance en términos de maniobra en ascensores.



Este circuito se concreta en el denominado cuadro de maniobra que es un bastidor o armario metálico diseñado para que puedan fijarse en él con facilidad los elementos electrónicos y electromecánicos (microprocesador, relés, contactores, etc.) que se encargan del control, maniobra y seguridad del ascensor. El cuadro es fijado sobre la pared o apoyado en el suelo del cuarto de máquinas o en cualquier otra ubicación que sea conveniente. Para evitar sobrecalentamientos el cuadro de maniobra deberá tener una ventilación suficiente. En el presente proyecto se instalara en la pared del último piso; su acceso solo estará permitido para personal especializado. Este circuito asume y efectúa las funciones de distribución de llamadas en piso y cabina, comprueba que se cumplan con las condiciones de seguridad para permitir los desplazamientos, pone en tensión las bobinas de mando del circuito de tracción y en definitiva se ocupa de realizar todas las operaciones necesarias que conduzcan a una correcta gestión del tráfico vertical.

La tensión de red (220 [V] de fase y 380 [V] de línea) es demasiado elevada para la maniobra por ese motivo se reduce mediante un transformador cuyo primario se conecta a la red de alimentación del ascensor. El secundario posee dos salidas, una de ellas proporciona un voltaje de entre 15 y 25 Volts para el circuito de alumbrado y la otra de entre 50 y 125 Volts para el circuito de maniobra. Al trabajar con tensiones menores se reduce el riesgo de accidente para los pasajeros en caso de contacto accidental.

Hay que añadir que la maniobra del ascensor no se alimenta con la corriente alterna (CA) obtenida del transformador sino mediante corriente continua (CC) por lo que es necesario incluir un componente electrónico llamado rectificador capaz de realizar la conversión CA/CC.

El relé es un dispositivo electromecánico que se utiliza para abrir y cerrar circuitos eléctricos a distancia a modo de interruptor. Su ejecución y principio de funcionamiento son los mismos que para el contactor solo que están pensados para trabajar con las potencias menores del circuito de maniobra.

El circuito de maniobra de un ascensor dispone de relés de subida, de bajada, de apertura y cierre de las puertas de cabina, etc. Algunos de ellos son temporizados por lo que permanecen excitados unos segundos después de haber cesado la corriente de maniobra, esto es necesario para la gestión de las prioridades y de las esperas reglamentarias. Por ejemplo se necesita un relé temporizado para dar tiempo a un pasajero que entra en la cabina a pulsar el botón antes de que pudiera hacerlo otro usuario desde otro piso.



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Los pulsadores de las botoneras de la cabina y de los pisos se encargan de transmitir las órdenes del usuario al sistema operativo implementado en el circuito de maniobra del ascensor independientemente del volumen de órdenes en curso o de cualquier otra circunstancia. Suelen llevar una señalización luminosa incorporada para indicar que ha quedado registrada la pulsación y venir acompañados en su panel por una pantalla con la información del sentido de marcha y/o del piso en el que se encuentra la cabina. Los hay tres tipos:

- Electromecánicos.
- De microcontacto o microinterruptor.
- Electrónicos.

Así mismo el circuito de maniobra también incorpora toda la serie de componentes en los que se basan los circuitos electrónicos tales como diodos (presentes por ejemplo en el rectificador), transistores, tiristores, etc.

Los dispositivos de seguridad del ascensor consisten en interruptores intercalados en el circuito de alimentación de la maniobra con el fin de cortarlo en caso de falla o falsa maniobra. También se instalan otros interruptores y conmutadores con el fin de introducir variaciones en el circuito de maniobra dependiendo de ciertas condiciones establecidas tales como la posición de la cabina en un instante dado.

En un principio el termino maniobra se empleaba para hacer referencia a las operaciones de arranque y parada del motor pero en la actualidad los circuitos de maniobra tienen asociadas muchas otras funciones. A las ya incorporadas hay que añadir las que pudiera pedir el cliente con lo que se consigue un elevado grado de personalización del ascensor mediante la modificación de su programa de control.

Se ha alcanzado un alto grado de perfeccionamiento en la maniobra del ascensor, a modo de ejemplo se citan a continuación algunas de las funciones que puede realizar un circuito de maniobra moderno:

- Control del motor de tracción y del operador de puertas con o sin variador de frecuencia.
- Control de las puertas de cabina y de piso.
- Señalización visual y acústica en cabina y piso.
- Posibilidad de gestionar más de un ascensor.
- Monitorización permanente de diferentes componentes del ascensor con comunicación directa a un centro técnico.



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

- Registro de estadísticas de empleo del ascensor (picos de tráfico, uso inadecuado, etc.) y el registro de las posibles incidencias para facilitar los trabajos de mantenimiento.

En resumen todos los componentes que forman la instalación eléctrica pueden dividirse en dos grupos según sea su función:

- Dispositivos que transmiten ordenes al circuito de maniobra: Los pulsadores de cabina y de piso, los interruptores de corte de alimentación eléctrica y los conmutadores de cambios en la maniobra.
- Dispositivos que ejecutan ordenes: El resto de componentes de la instalación.

Circuito de elementos eléctricos secundarios

El hueco del ascensor y la cabina deberán estar provistos de una iluminación eléctrica de instalación fija que permitan en el primer caso asegurar las operaciones de reparación o conservación y en el segundo una mínima iluminación de 50 lux a nivel del suelo y en la proximidad del panel de mando (botonera). Además se añadirá un alumbrado de emergencia en la cabina que deberá activarse automáticamente en caso de falta de alimentación eléctrica al circuito de alumbrado.

De acuerdo a la Norma EN 81-1 artículo 13.6.1 y a la Ordenanza N°16589 la alimentación eléctrica del circuito de alumbrado debe ser independiente del de potencia bien mediante un circuito independiente o bien mediante uno derivado que se tome antes del interruptor principal del circuito de potencia.

Deberá haber tomacorrientes en el cuarto de máquinas. De haberlo, sobre el techo de la cabina y en el foso cuyo circuito de alimentación será común al del alumbrado. Estos enchufes podrán ser de dos tipos:

- De dos polos más tierra 250 V directamente alimentados.
- Alimentados a muy baja tensión de seguridad

En todo caso el circuito podrá ser interrumpido mediante un interruptor dispuesto en el cuadro de maniobra lo más próximo al interruptor principal de potencia. Por otra parte en el foso también existirán interruptores que permitan comandar la iluminación en el mismo.



Otros elementos

El resto de la instalación eléctrica del ascensor se completa con los diversos elementos de seguridad eléctricos y los diversos sensores encargados de la interrupción del servicio bajo ciertas condiciones, de proporcionar información a los módulos de control acerca de la situación de la cabina, del estado de ciertos componentes mecánicos, etc. A los citados se deben añadir los displays de cabina y del cuadro eléctrico que proporcionan la información de la dirección y la posición de la cabina, los dispositivos de paro de emergencia, los conmutadores de maniobra, etc. Por supuesto en la ejecución de la instalación eléctrica se deberá tener en cuenta que todos los elementos metálicos del ascensor tengan su puesta a tierra correspondiente.

6.2 Diseño de la Instalación Eléctrica

6.2.1 Selección de cargas y cables.

6.2.1.A Circuito de Potencia

Para el diseño del circuito eléctrico de potencia es necesario determinar cada uno de los equipos que intervendrán en el funcionamiento del ascensor que posean una alimentación del tipo C.A. 3x380 V.

Partiremos de las especificaciones técnicas dadas por el Departamento de Obras de la UNMdP, cuya Proyecto Civil esta adjuntado al presente trabajo. El mismo plantea como especificación técnica la aplicación de un motor de tracción controlado por un variador de frecuencia, de manera tal que permita mantener dos velocidades, una a 15 m/min (arranque y frenado), y otra a 45 m/min (marcha permanente), con un cambio de velocidad gradual.

La máquina de tracción es un grupo motorreductor acorde a las características de nuestro ascensor, que se seleccionara posteriormente del fabricante MP (Ver Anexo C). El mismo ya viene confeccionado teniendo en cuenta la velocidad, la capacidad de carga y el rendimiento total de la instalación mecánica.

A continuación, realizaremos cálculos para verificar que la potencia necesaria para impulsar el ascensor sea acorde a la potencia de la maquina seleccionada. En nuestro caso



NO tendremos en cuenta el rendimiento general de la instalación, solo el rendimiento de la caja reductora.

Partimos de la potencia necesaria que requiere el motor del ascensor para poder desplazar una carga de 525 Kg, que es la carga prevista en el Proyecto presentado por el Departamento de Obras de la UNMdP.

Por lo tanto, la Ec. (6.1) nos permite calcular el valor de la Potencia mínima necesaria del motor:

$$P = F \times v \quad (6.1)$$

Dónde:

- F es la fuerza de empuje;
v es la velocidad tangencial de la polea tractora (0,75 m/s)*

*NOTA: se calculo esta velocidad tangencial de acuerdo a la velocidad de marcha del ascensor que determina un N° de r.p.m. y diámetro de polea.

Siendo F la fuerza necesaria que debe realizar el motor para mantener en movimiento la cabina, y la situación más desfavorable se da cuando el ascensor se encuentra con la carga completa:

$$F = ((Q + P) - G) \times g_n \quad (6.2)$$

Dónde:

- Q es la masa de la carga (525 kg);
P es la masa de la cabina (600 kg);
G es la masa del contrapeso (862,5 kg).

Siendo los valores de P y G resultados del cálculo mecánico anterior. Por lo tanto, sustituyendo los valores en la (6.2), resulta:

$$F = ((525[kg] + 600[kg]) - 862,5 [kg]) \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right] = 2575,12 [N]$$

Luego en la Ec. (6.1) resulta:

$$P = 2575,12 [N] \times 0,75 \left[\frac{m}{s} \right] = 1931,3 [W] \cong 2,6 [HP]$$



A este valor de potencia se lo debe afectar por el rendimiento mecánico propio del reductor del tipo irreversible por cuestiones de seguridad. Este tipo de máquina presenta un rendimiento muy bajo, en comparación a los reductores del tipo reversible. Existen dos tipos de rendimiento, el estático y el dinámico.

El rendimiento estático es el que se obtiene durante el arranque, donde debido a la poca duración de cada operación NO se alcanzan las condiciones de funcionamiento estándar, existiendo desgaste durante este transitorio período.

El rendimiento dinámico se da luego de horas de rodaje a partir de las cuales el rendimiento se mantiene constante.

Debido a que el recorrido del ascensor es de corta duración, el factor a tener en cuenta es el estático (el rendimiento estático es menor al dinámico). El rango de valores de rendimiento estático para reductores irreversibles está comprendido entre un 30 % a un 50 %. De acuerdo a distintos manuales de fabricantes, se optó por un valor del 38%.

Finalmente la potencia que deberá entregar el motor en el eje de entrada al reductor está dada por la siguiente Ec.:

$$P_E = \frac{P_S}{\eta} \quad (6.3)$$

Dónde:

- P_E potencia de entrada;
- P_S potencia de salida;
- η rendimiento mecánico estático.

Sustituyendo los valores de la Ec. (6.3) resulta:

$$P_E = \frac{2,6 [HP]}{0,38} = 6,84[HP] = 6,93[CV]$$

Por lo tanto, la potencia mínima necesaria del motor deberá ser de 6,93 [CV].

En el apartado 1.5 "Cálculos para el diseño de la polea de tracción" se seleccionó una polea tractora de 480 mm del fabricante MP que viene montada en un equipo impulsado por un motor de 380 V con una potencia de 7,5 [CV] a 1500 rpm. De esta manera, se puede decir que el equipo cumple con los requisitos necesarios para el funcionamiento.



Como el fabricante MP NO PRESENTA DATOS ELÉCTRICOS DE CHAPA DEL MOTOR, se resolvió optar por tomar valores de un motor de la misma potencia del fabricante Siemens (Anexo E), que si bien no es apto para el mismo servicio de trabajo (cantidad de arranques por hora), nos aporta datos para realizar los cálculos eléctricos.

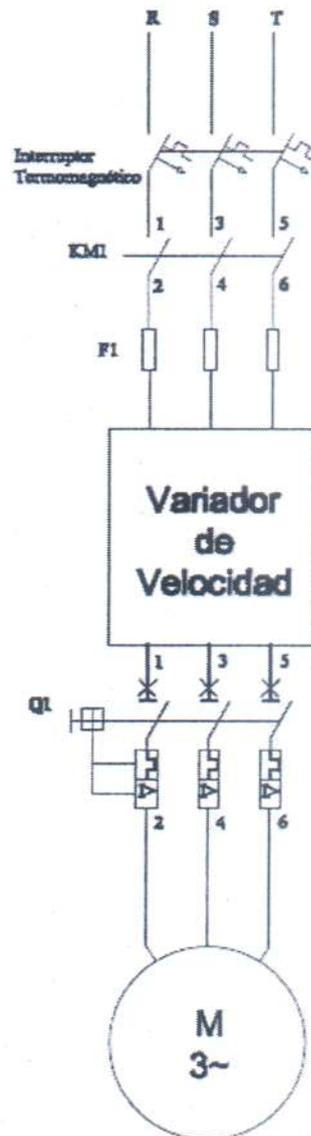
- Potencia eje: 5,5 [KW] (datos en Anexo correspondiente);
- $\text{Cos}\phi = 0,81$;
- Rendimiento motor: 86 %;
- Corriente de línea nominal: $I_n = 11,4$ [A];
- Tensión de línea nominal: $U_n = 380$ [V].

De acuerdo a la Ordenanza N° 16589 los tableros individuales de la fuerza motriz contarán con:

- I. Elementos de maniobra y protección del equipamiento eléctrico principal del ascensor, consistentes en un interruptor termomagnético o un seccionador bajo carga con fusibles, de la capacidad acorde a la potencia del equipo motriz a proteger.
- II. Elementos de maniobra y protección del equipamiento eléctrico secundario del ascensor, consistentes en: interruptor diferencial para la línea de alimentación de los circuitos de 220 V, interruptor termomagnético bipolar para el circuito de iluminación de cabina, interruptor termomagnético bipolar o tripolar, según el caso, para el circuito de iluminación del extractor de aire (en caso de existir), interruptor termomagnético bipolar para el circuito de iluminación del pasadizo, interruptor termomagnético bipolar para el circuito de intercomunicadores o teléfonos en cabina y/o rellanos.
- III. Circuito de tomacorrientes monofásico con descarga a tierra, para conectar máquinas herramientas.
- IV. Toma de tierra de la instalación.



- V. Marca y leyendas que aclaren la función de los elementos mencionados en los Ítems I), II) y III), como así también identificación en números o letras en caso de haber protecciones para más de un equipo.
- VI. De acuerdo a lo mencionado precedentemente, se procede a esquematizar en la Figura 6.1, el circuito de potencia de la máquina de tracción.



- Interruptor Termomagnético (De acuerdo a Ord. Municipal 16589)
- KM1, contactor de desconexión por emergencia.
- F1, Fusibles del tipo gR para protección del Variador.
- Q1, Guardamotor Magneto térmico para protección del motor.
- M, Motor del grupo Motorreductor.

Figura 6.1 Circuito de Potencia



Luego procederemos a seleccionar los elementos de dicho circuito, exceptuando las protecciones que se seleccionaran con posterioridad ya que se requiere de ciertos valores.

Para la selección de los conductores se procedió primero a calcular las corrientes nominales que circularan por los cables. La corriente nominal del motor trifásico fue hallada con anterioridad mediante el catálogo de motores asincrónicos Siemens, resultando ser de 11,4 [A] por los conductores de alimentación. Sin embargo la corriente nominal en el cable no la va a determinar el motor, sino el variador de velocidad que se encuentra aguas arriba de este.

Corresponde aclarar que los mismos serán canalizados mediante caño embutido a la pared.

A partir de dicho valor de la corriente nominal que circulara por cada conductor de la línea, se procede con la selección de los cables mediante el catálogo de cables para baja tensión de la marca Prysmian. Para esto previamente se deberá estimar ciertas condiciones de funcionamiento que se explicaran a continuación en la determinación de la sección del cable.

Determinación de la sección

En términos generales, sabemos que la elección de la sección del conductor a elegir para una determinada exigencia de trabajo, consta de 3 *requerimientos básicos que deberá satisfacer*, estos son:

1. Selección por *corriente nominal*;
2. Verificar por *caída de tensión*;
3. Verificar por *corriente de cortocircuito*.

1. Selección por corriente nominal

“La corriente nominal de un cable es aquella que bajo determinadas condiciones pre-establecidas de instalación, operación y ambiente, llevan a este a una **temperatura de régimen compatible con su material aislante**.”

Pudiendo ser esta, según el tipo de aislante del cable:

- ✓ Aislación de *policloruro de vinilo* (PVC) o de material termoplástico: 70 °C.
- ✓ Aislación de *polietileno reticulado* (XLPE) o goma etilén-propilénica (EPR) o de material termoestable: 90 °C.



Métodos de Instalación de Referencia

La reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles, AEA 90364, establece diversos "Métodos de Instalación de Referencia":

Método A: Conductores aislados en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes.

Método B1: Conductores aislados según IRAM NM 247-3 (sin envoltura), dispuestos en cañerías embutidas en mampostería o a la vista (Tabla 771.16.I, de la Reglamentación de la AEA).

Métodos B2: Conductores aislados según IRAM 2178 (con envoltura), dispuestos en cañerías embutidas en mampostería o caño a la vista (Tabla 771.16.III, de la Reglamentación de la AEA).

Método C: Un cable multiconductor o cables unipolares en contacto, sobre una bandeja no perforada o de fondo sólido (Tabla 771.16.III, de la Reglamentación de la AEA);

Método D1: Conductores aislados según IRAM 2178 (con envoltura), dispuestos en caños directamente enterrados (Tabla 771.16.V, de la Reglamentación de la AEA);

Método D2: Conductores aislados según IRAM 2178 (con envoltura), dispuestos directamente enterrados (Tabla 771.16.VI, de la Reglamentación de la AEA);

Método E: Cables multipolares instalados al aire libre, dispuestos sobre una bandeja perforada o bandeja tipo escalera (Tabla 771.16.III, de la Reglamentación de la AEA);

Método G: Cables unipolares instalados al aire libre, sin contacto mutuo, sobre una bandeja perforada o bandeja tipo escalera (Tabla 771.16.III, de la Reglamentación de la AEA)

Método F: Conductores unipolares aislados según IRAM 2178 (con envoltura) instalados al aire libre en contacto mutuo, dispuestos en bandeja perforada o tipo escalera (Tabla 771.16.III, de la Reglamentación de la AEA).

Factores de corrección

De acuerdo a las condiciones de instalación adoptadas, deberán aplicarse **factores de corrección**, la corriente admisible del cable variará al considerar estos aspectos, y se deberá iterar para la verificación de la misma. Queda aclarar que solo se analizaran los factores que puedan llegar a estar relacionados con nuestro tipo de canalización.



❖ **Por AGRUPAMIENTO**

El calentamiento mutuo de los cables se produce cuando varios circuitos coinciden en la misma canalización (o un solo circuito tenga más de una terna en paralelo) y obliga a considerar un factor de corrección adicional para tener en cuenta la mayor dificultad para disipar el calor generado, ya que esta situación equivale a una mayor temperatura ambiente.

Por esta razón, deben utilizarse factores para modificar las intensidades nominales indicadas en las Tablas de los manuales de los fabricantes de cables.

❖ **Por TEMPERATURA**

Para cables no expuestos al aire libre:

Para el caso de cables dentro de caños (método B1 y B2), por lo que en el caso de que la temperatura del mismo sea distinta a esta, se aplicará el factor de corrección correspondiente, tomado de la Tabla 6.1 que sigue:

Tabla 6.1 Factores de corrección por temperaturas para cables dentro de caños. (Catálogo de BT de Prysmian)

FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA											
En el caso de que la temperatura ambiente fuera distinta de 40° C, se aplicará el factor de corrección correspondiente, tomado de la tabla que sigue.											
FACTOR DE CORRECCIÓN F PARA TEMPERATURA AMBIENTE DISTINTA DE 40° C											
Temperatura de servicio Θ_s (en °C)	Temperatura ambiente (Θ_L) (en °C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Aislación PVC	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1	0,91	0,82	0,70	0,57
Aislación XLPE	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1	0,96	0,90	0,83	0,78

❖ **Por CONTENIDO ARMÓNICO EN LAS CORRIENTES**

La tasa de distorsión armónica se define de dos maneras distintas:

a) Según el VEI 161-02-23, THD (Total Harmonic Distortion) "es la relación entre el valor eficaz del contenido armónico (sin incluir la fundamental) y el valor eficaz de la magnitud alterna (incluyendo la fundamental)", su Ec. matemática es:



$$THD_{(h)\%} = 100 \frac{\sqrt{h_2^2 + h_3^2 + h_4^2 + h_5^2 + \dots + h_n^2}}{h_{ef}} = 100 \frac{\sqrt{\sum_2^n h_i^2}}{h_{ef}} \quad (6.4)$$

Siendo:

$$h_{ef} = \sqrt{h_1^2 + h_2^2 + h_3^2 + h_4^2 + h_5^2 + \dots + h_n^2} \quad (6.5)$$

b) Según CIGRE, D "es la relación entre el valor eficaz del contenido armónico (sin incluir la fundamental) y el valor eficaz de la fundamental":

$$D_{(h)\%} = 100 \frac{\sqrt{h_2^2 + h_3^2 + h_4^2 + h_5^2 + \dots + h_n^2}}{h_1} = 100 \frac{\sqrt{\sum_2^n h_i^2}}{h_1} \quad (6.6)$$

Cuando la distorsión es baja (caso frecuente en la tensión), no hay prácticamente diferencia entre ambas distorsiones.

La relación entre ambas ecuaciones es la siguiente:

$$D = \frac{THD^2}{1 - THD^2} \quad \text{ó} \quad THD^2 = \frac{D^2}{1 + D^2}$$

Cuando se prevea el uso de cargas o equipos, monofásicos o trifásicos, que generen distorsión armónica en la forma de onda de la corriente, tales como bancos de iluminación fluorescente, balastos electromagnéticos o electrónicos, fuentes de tensión continua conmutadas, etc., el *conductor neutro de un sistema trifásico podría ser sobrecargado*.

“En estos casos, **tanto los conductores de línea como el de neutro se deberán dimensionar según el contenido de la tercera armónica presente en los conductores de línea**. Así, para porcentajes de hasta 33 % de tercera armónica en la corriente de línea, el cálculo de la sección de los conductores deberá realizarse en función de los de línea, corrigiendo la sección del neutro. En cambio, para porcentajes mayores del 33 % de tercera armónica en la corriente de línea, el cálculo de la sección de los conductores deberá realizarse en función de las corrientes en el neutro corrigiendo la sección de los de línea, todo de acuerdo a los coeficientes de la tabla 77.16.XIII.” (AEA 90364-7-771, Edición 2006, página 114).



Tabla 6.2 Factor de corrección en los conductores de línea y neutro por contenido armónico (THD)

Contenido de tercera armónica en la corriente de línea [%]	Factor de Reducción	
	Selección basada en la corriente de línea	Selección basada en la corriente de neutro
$[\%] \leq 15$	1	-
$15 < [\%] \leq 33$	0,86	-
$33 < [\%] \leq 45$	-	0,86
$[\%] > 45$	-	1

Como puede apreciarse en la Tabla 6.2 (Tabla 771.16.XIII, de la Reglamentación de la AEA / ver anexo 771-H.4 ejemplos, pág. 239) tomada de la reglamentación, hasta un 15 % de contenido de tercera armónica el efecto se desprecia.

Entre el 15 y 33 %, propone un factor de reducción de la corriente admisible por el conductor igual a 0,86.

A partir del 33 % de contenido de tercera armónica, y dado que estas se suman en el conductor neutro, la selección se basa en la corriente del neutro.

Entre el 33 y 45 % de contenido de tercera armónica, el factor de reducción de corriente admisible también es 0,86, pero como dijimos, se aplica al conductor neutro.

Cuando la **corriente de neutro supera en más del 135%** la corriente de fase (contenido de 3ª armónica mayor al 45%), y el cable fue seleccionado de acuerdo a la corriente de neutro, no es necesario aplicar factor de reducción alguno, pues al estar las **fases más frías que el neutro**, estas contribuyen a disipar el calor. Esto explica el factor igual a 1 para esta situación.

La Tabla es válida para cables donde el conductor neutro sea de la misma sección y material que las fases.



2. Verificación por caída de tensión

La caída de tensión en un circuito es la diferencia de los valores absolutos entre las tensiones al inicio y fin del mismo como se observa en la Figura 6.2:

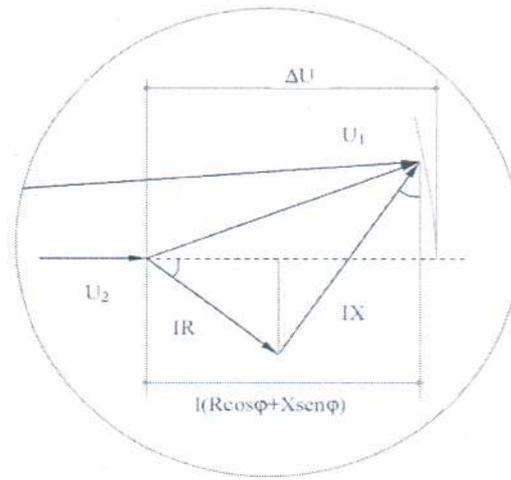


Figura 6.2 Diagrama fasorial de Caída de Tensión

$$\Delta U[V] = |U_1| - |U_2| \quad (6.7)$$

Como **valor aproximado** de la anterior suele utilizarse la siguiente Ec., que trae aparejado un error despreciable en su determinación:

$$\Delta U[V] = I * L * (r \cos \varphi + x \sin \varphi) \quad (6.8)$$

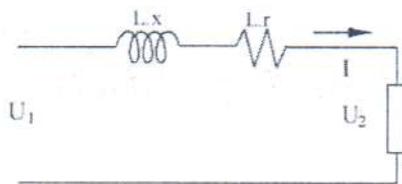
Válida para un circuito trifásico con carga equilibrada, representado por su equivalente monofásico, de la siguiente figura:



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA



- L: longitud del cable en km
 r: resistencia específica en Ω/km
 x: reactancia específica en Ω/km
 φ : ángulo de desfase de la corriente

Figura 6.3 Circuito equivalente (Instalaciones I y II, Facultad de Ingeniería de MDP, Ing. Ruben Ferreyra)

Escribiendo la Ec. anterior de **forma general**, aplicable tanto para un sistema monofásico como trifásico, nos queda:

$$\Delta U[V] = k * I * L * (r \cos \varphi + x \sin \varphi) \quad (6.9)$$

Dónde:

k = constante igual a 2 para sistemas monofásicos y bifásicos, y $\sqrt{3}$ para sistemas trifásicos.

I = intensidad de la corriente de línea, en Ampere.

L = longitud del circuito, en kilómetros (L es la distancia que separa los dos puntos entre los que se calcula la caída de tensión, y no debe confundirse con la longitud que totalizan los conductores involucrados).

R = resistencia eléctrica efectiva del conductor a la temperatura de servicio, en ohm / km.

X = reactancia de los conductores, en ohm / km.

φ = ángulo de desfase entre la tensión y la corriente, en grados.

$\cos \varphi$ = factor de potencia.

Debiéndose **verificar que no se exceda de los siguientes porcentajes:**

“Circuitos seccionales y circuitos terminales: la caída de tensión entre los bornes de salida del tablero principal y cualquier punto de utilización no debe superar los valores siguientes:



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

1. Circuitos terminales, de uso general o especial y específico, para **iluminación: 3 %**.
2. Circuitos de uso específicos que alimentan sólo **motores: 5 % en régimen y 15 % durante el arranque**.

Nota: *No obstante los valores mencionados, se recomienda que la caída de tensión en los circuitos seccionales no exceda del 1 %; por lo tanto el valor de la máxima caída de tensión en los circuitos terminales que no alimentan motores será del 2 % y en los que alimentan motores del 4 %, tomado a partir del tablero seccional correspondiente. El valor de corriente a adoptar para este cálculo debe ser el máximo simultáneo previsto para esos circuitos.*

Obsérvese que la tensión que se recibe en el punto de suministro no es constante, e implica una cierta regulación de tensión, de acuerdo a la normativa vigente.

En la provincia de Buenos Aires, esta variación de tensión puede llegar a:

± 8 % en zonas urbanas

± 12 % en zonas rurales

En instalaciones industriales abastecidas en MT, si bien no está reglamentado, puede admitirse que la sumatoria de caídas de tensión entre los bornes del transformador y los puntos de suministro sean un poco mayores (del orden de 1,5 % más) ya que en esta situación no se tiene la caída en la red de BT de la empresa distribuidora.

3. Verificación por corrientes de cortocircuito

El proceso de generación de calor en el cable durante un cortocircuito, es suficientemente rápido -de corta duración- que permite considerar que el mismo es **adiabático**. Es decir, no entrega calor al medio, y toda la energía de pérdidas se invierte en aumentar la temperatura del conductor, lo que permite considerar en la siguiente Ec. que:

$$K \cdot \theta dt = 0$$

$K \theta dt$: término correspondiente a la emisividad;



Visto en forma matemática (Figura 6.4), en la Ec. diferencial que representa el fenómeno de calentamiento (*despreciando el segundo término de la derecha de disipación de energía*):

$$p dt = C d\theta + K \theta dt \cong C d\theta \quad (\text{Para } t < 3 \text{ [s]}) \quad (6.10)$$

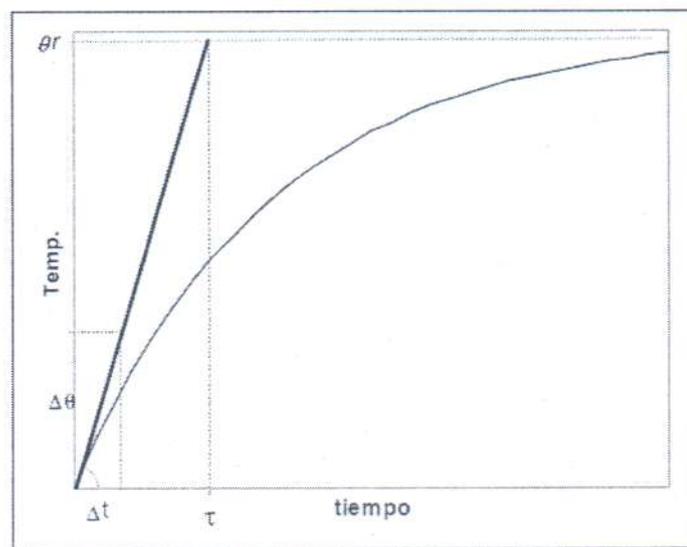


Figura 6.4 Fenómeno de calentamiento (Instalaciones I, Facultad de Ingeniería de MDP, Ing. Ruben Ferreyra)

Dónde:

p : potencia de pérdidas;

C : capacidad calorífica;

K : emisividad del material;

θ : sobretemperatura;

$p dt$: término correspondiente a la energía específica;

$K \theta dt$: término correspondiente a la emisividad;

$C d\theta$: término correspondiente a la elevación de la temperatura en el conductor.



De esta simplificación aceptable solo para tiempos cortos, surgen distintas expresiones que podemos leer en manuales y catálogos, y que nos dicen en definitiva que la energía específica ($I^2 t$) que se necesita para elevar la temperatura de un conductor desde un valor inicial θ_i (normalmente la temperatura de régimen), hasta un valor final θ_f (temperatura máxima admitida por el aislante), es constante, y depende del material conductor (capacidad calorífica (C) y resistividad (ρ)), de la sección (S), y de la sobreelevación de temperatura que admite el material aislante ($\Delta\theta$).

$$\tan \alpha = \frac{d\theta}{dt} = \frac{p}{C} = \frac{I^2 R}{C} \quad (6.11)$$

Luego analizando (integrando y simplificando) la Ec. 6.10, se puede llegar a la Ec. (6.12):

$$I^2 t = \frac{C S}{\rho} (\theta_f - \theta_i) = cte \quad (6.12)$$

Nótese como primer conclusión importante que queda demostrado lo dicho sobre $I^2 t$, ya que es constante.

Resulta más útil la Ec. anterior si escribimos la capacidad calorífica del cable de longitud unitaria en cuestión, en función del valor de capacidad térmica específica de su material conductor. Es decir $C = cG = cSLg = cSg$ (con $L=1$).

Resultando entonces:

$$I^2 t = \frac{c g}{\rho} S^2 (\theta_f - \theta_i) = K \cdot S^2 \quad (6.13)$$

Dónde:

c: capacidad térmica específica;

g: peso específico;

ρ : resistividad;



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA

S: sección;

K: constante, función del tipo de material conductor y aislante del cable.

Obsérvese que la **energía específica** ($I^2 \cdot t$) depende del material conductor (cobre o aluminio) caracterizado por sus valores de c , g y ρ , y del material aislante, caracterizado por sus temperaturas admisibles de régimen θ_i , y de cortocircuito θ_f .

Podemos representar en un gráfico la **corriente admisible en cortocircuito** (eligiendo a la corriente equivalente térmica [I_{km}]) en función del tiempo (tomando como parámetro la sección), para un determinado material conductor (cobre) y aislante (XLPE).

De la Ec. (6.13) resulta la Figura (6.5):

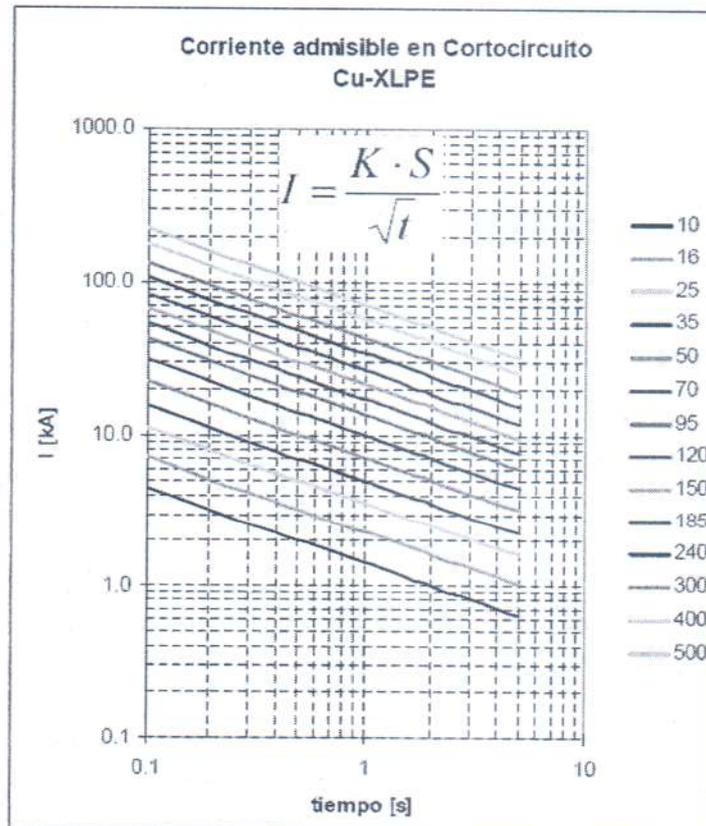


Figura 6.5 Densidad de corriente de corta duración (Instalaciones I, Facultad de Ingeniería de MDP, Ing. Ruben Ferreyra)



Donde **K** es una constante que depende del material conductor y del tipo de aislante, y puede entenderse como la densidad de corriente de corta duración, expresada en Amper/mm². Es la densidad de corriente que circulando durante un segundo llevará al conductor desde su temperatura de régimen (θ_i) hasta la admisible en cortocircuito (θ_f).

Los valores de esta constante pueden tomar los de la Tabla 6.3 ser los siguientes:

Tabla 6.3 Posibles valores de K (Tabla 771.19.II, de la Reglamentación de la AEA)

Aislación de los conductores		k					Mineral	
		PVC ≤ 300 mm ²	PVC > 300 mm ²	EPR / XLPE	Goma 60 °C	PVC	Desnudo	
Temperatura inicial °C		70	70	90	60	70	105	
Temperatura final °C		160	140	250	200	160	250	
Material conductor	Cobre	115	103	143	141	115	135 / 115 ^a	
	Aluminio	76	68	94	93	—	93	
	Uniones estañadas en conductor de cobre	115	—	—	—	—	—	

^a Este valor debe ser empleado para cables desnudos expuestos al contacto

Protección contra las corrientes de cortocircuito

Corrientes de cortocircuito máximas en los dispositivos de maniobra y protección de los tableros

a) Regla del poder de corte

La capacidad de ruptura del dispositivo de protección (P_{dCcc}), será por lo menos igual a la máxima intensidad de corriente de cortocircuito presunta (I_k'') en el punto donde el dispositivo está instalado:

$$P_{dCcc} \geq I_k'' k \quad (6.14)$$

También será admitida la instalación de un dispositivo con una capacidad de ruptura inferior, con la condición que otro dispositivo con la necesaria capacidad de ruptura sea instalado del lado "alimentación" o lado fuente. En este caso las características de ambos



dispositivos deben ser coordinadas de tal forma que la energía que ellos dejan pasar, no exceda la que puede soportar sin dañar el dispositivo ubicado "aguas abajo" y los conductores protegidos por estos dispositivos.

b) Regla del tiempo de corte

Toda corriente causada por un cortocircuito que ocurra en cualquier punto del circuito debe ser interrumpida en un tiempo tal, que no exceda aquel que lleva al conductor a su temperatura límite admisible.

Para los cortocircuitos de duración de entre 0,1[s] hasta 5[s], el tiempo t , en el cual una corriente dada de cortocircuito llevará la temperatura del conductor desde su temperatura máxima admisible en servicio normal, hasta su temperatura límite admisible en cortocircuito, podrá ser calculado aproximadamente por la siguiente Ec.:

$$\sqrt{t} \leq K \frac{S}{I} \quad (6.15)$$

Dónde:

t : duración de la interrupción o tiempo de desconexión en segundos (válido entre 0,1[s] y 5[s]);

S : sección del conductor, en mm^2 ;

I : intensidad de corriente de cortocircuito en amperios, expresada como valor eficaz;

K : factor que tiene en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor, y las temperaturas inicial y final del mismo.

- **Utilizando dispositivos de protección con tiempos de apertura: $t < 100$ [ms]**

La asimetría de la corriente en estos casos es importante, y para los dispositivos de protección limitadores de la energía pasante, la fórmula anterior no es aplicable y en esos casos se debe verificar que $K^2 S^2$ debe ser mayor que el valor de energía específica $I^2 t$, integral de Joule para la duración del cortocircuito en A^2S , que deja pasar el dispositivo de protección, valor dado por el fabricante del dispositivo, por lo que la Ec. (6.15) puede escribirse como:

$$K^2 S^2 \geq I^2 t \quad (6.16)$$

Dónde:

$I^2 t$: máxima energía específica pasante aguas abajo del dispositivo de protección. Este dato no es calculable por el proyectista o instalador, por ser un valor garantizado por el fabricante;

S: sección nominal de los conductores, en milímetros cuadrados;

K: factor que toma en cuenta tanto al material conductor como al aislante. Para los conductores aislados con materiales de uso común, los valores de K para los conductores de línea se muestran en la Tabla 13.

- **Utilizando dispositivos de protección con tiempos de apertura: $t \geq 100$ [ms]**

Para los cortocircuitos cuya duración es de 0,1 [s] y mayores, hasta 5 [s], un determinado valor de la corriente de cortocircuito elevará la temperatura del conductor desde su temperatura máxima admisible en servicio normal hasta su temperatura límite admisible, pudiendo incluso sobrepasarla. Se considerara protegido al conductor cuya sección nominal cumpla con la siguiente Ec.:

$$S \geq \frac{I \sqrt{t}}{K} \quad (6.17)$$



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERIA

Luego de lo anteriormente explicado se procede a seleccionar el cable para el circuito de potencia que va desde el tablero seccional hasta los bornes del motor trifásico. La Ordenanza N°16589 establece que el tablero general de fuerza motriz debe estar ubicado del lado opuesto a las bisagras de la puerta de sala de máquinas y a no más de un metro de esta.

La distancia se mide desde el tablero seccional al variador de velocidad que es de 2,5 [m] y la distancia entre de dicho variador y el motor trifásico que es de 1 [m]. Por lo tanto da un total de 3,5 [m].

Como se dijo, la corriente nominal va a estar determinada por el variador de velocidad (en función de la potencia del motor a controlar), por lo tanto seleccionaremos uno del fabricante Schneider modelo Altivar Lift (Anexo F) cuyas prestaciones son justamente para el manejo de ascensores.

Datos del Variador de Velocidad:

Marca: Schneider;

Modelo: Altivar Lift ATV71LD14N4Z;

Nominal input current: 20,3 [A] for 380 [V], 3 phases/ 5,5 [kW] / 7,5 [hp];

Nominal output current: 14,3 [A] at 4 KHz, 3 phases/ 5,5 [kW] / 7,5 [hp];

Maximum transient current: 19.4 [A] for 2 [s] 3 phases / 5.5 [kW] / 7.5 [hp].

(Cabe aclarar que el mismo posee la capacidad de invertir la marcha repitiendo en ambos sentidos el diagrama de velocidad)

De acuerdo a los valores de corriente de entrada y de salida del variador se seleccionara del catálogo de cables Prysmian (Anexo G), un cable del tipo SUPERASTIC FLEX cuyas características son:

Datos cable de entrada cable desde el interruptor en la sala de maquinas hasta el variador de velocidad:

Sección nominal: $S= 6 \text{ [mm}^2\text{]}$ (de acuerdo a la potencia que comanda el Variador de Velocidad, en este caso el motor de 7,5 [HP]);

Tipo de cable: 3 conductores unipolares + PE;

Aislante: PVC Ecológico;



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERIA

Métodos de Instalación de Referencia: B2;

Corriente nominal: $I_n = 32$ [A];

Caída de Tensión (40 °C) = 6,5 [V /A km];

Datos (cable de salida):

Sección nominal: $S = 4$ [mm²];

Tipo de cable: 3 conductores unipolares + PE;

Aislante: PVC Ecológico;

Métodos de Instalación de Referencia: B2;

Corriente nominal: $I_n = 25$ [A];

Caída de Tensión (40 °C) = 10 [V /A km];

Queda aclarar que si bien con una sección de 4 [mm²] eran suficientes para el cable de entrada al variador de velocidad y 2,5 [mm²] para el cable de salida del variador, el fabricante establece las dimensiones de las conexiones de las terminales en 6 [mm²] los cables de entrada y 4 [mm²] los cables de salida. No obstante se adoptó una sección de 6 [mm²] para evitar conflictos entre las protecciones y la corriente admisible por el cable. Se analiza posteriormente.

Los factores de corrección que intervienen entonces son:

❖ Por AGRUPAMIENTO

Como no hay varios circuitos que coinciden en la misma canalización o un solo circuito que tenga más de una rama en paralelo, la corriente nominal no se verá afectada por este factor.



Para el caso de cables tendidos en los caños se presupone que la temperatura del caño embutido es de 40 °C de manera tal de ser conservadores, por lo que el factor de corrección es 1 siendo el aislante del tipo PVC obtenido de la Tabla 6.1.

❖ Por CONTENIDO ARMÓNICO EN LAS CORRIENTES

Para el circuito de potencia solo se requiere los cables de las 3 fases junto con el cable de tierra, es decir, sin el cable de neutro. Por otra parte los armónicos de 3er orden y múltiplos de tres impares circulan por el conductor neutro (secuencia homopolar).

Si no hay neutro la carga sencillamente no podrá generarlos, y si hay conductor neutro todas las corrientes armónicas de 3er orden se sumaran y pasaran por el neutro, con su consecuente sobrecarga.

Por otra parte Si la señal tiene la misma forma de onda en el semiciclo positivo y en semiciclo negativo, los armónicos de orden par se anulan entre sí.

Con lo que finalmente, resultaría posible la existencia de armónicos impares, tales como el 5, 7, 11, etc. Se utilizara valores orientativos aportados por la AEA 90364-7-771 (página 239 Tabla 771-H.XIII), dadas en la Tabla 6.4:

Tabla (6.4) Datos orientativos de contenido armónico en equipos eléctricos.

Aparato conectado	% de 3ª armónica	% de 5ª armónica	% de 7ª armónica	% de 9ª armónica
Balasto pasivo	20	---	---	---
Balasto activo	50	11	---	---
Variador de velocidad	20	40	15	---
Equipo informático	65	65	40	20
UPS	5	---	---	---

Debido a que se presentan los porcentajes de armónicos para un variador de velocidad, pero se cuenta con la información de manual del variador, se adopta la corriente de entrada como la de verdadero valor eficaz.

$$I_{RMS_AC} = \sqrt{\sum_{h=1}^{\infty} I_h^2} = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + \dots} = I_{INPUT} = 20,3 A \quad (6.18)$$



Luego debemos determinar si el cable seleccionado es apto para dicha corriente, por lo tanto como se dijo anteriormente será afectada por los factores de corrección dada por la Ec. (6.19):

$$I_{resultante} = f_{AGR} \times f_{TEMP} \times f_{ARM} \times I_{CABLE} \quad (6.19)$$

Sustituyendo los valores en la Ec. (6.19) para los cables de entrada al variador que admiten una determinada corriente nominal, resulta:

$$I_{resultante} = 1 \times 1 \times 1 \times 32[A] = 32 [A]$$

Sustituyendo los valores en la Ec. (6.19) para los cables de salida al variador que admiten una determinada corriente nominal, resulta:

$$I_{resultante} = 1 \times 1 \times 1 \times 25[A] = 25 [A]$$

Como el valor de corriente admisible del cable (tanto en los cables de entrada como de salida al variador de velocidad) es mayor al valor de la corriente de línea, el cable seleccionado es idóneo para esta aplicación.

El variador de velocidad compensa la carga reactiva de manera automática. Tiene la opción de ajustar el valor de la compensación de acuerdo a la potencia instalada. Por lo tanto se corrige la potencia reactiva de aguas arriba del variador de velocidad, ya que al variar la frecuencia variaría la reactancia capacitiva y sería imposible la compensación.

Corresponde aclarar, que el fabricante Schneider notifica que las compensaciones de $\cos \varphi$ solo deben hacerse aguas arriba del variador de velocidad.

Finalmente la corriente aguas arriba del tablero seccional debido al circuito de potencia resulta ser:

$$I_{POTENCIA} = 20,3 [A] \angle - 18,2^\circ$$

Esto se debe a que se compensa para un $\cos \varphi = 0,95 \rightarrow \text{tg } \varphi = 0,329$ que resulta ser el valor mínimo del factor de potencia, lo que significa que para medianas y grandes demandas está permitido consumir energía reactiva hasta un 32,9 %.

Por otra parte, la caída de tensión que está dada a partir de un valor suministrado por el fabricante de cables expresada en [V/A km] acorde al valor de factor de potencia resulta ser:



Cable de entrada:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 6,5 \left[\frac{V}{A \times km} \right] \times 20,3[A] \times 0,0025[km] = 0,57 [V]$$

Cable de salida:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 10 \left[\frac{V}{A \times km} \right] \times 14,3[A] \times 0,001[km] = 0,25 [V]$$

Los valores anteriores están dados para el consumo del motor **en funcionamiento permanente**.

Luego siendo la corriente máxima de salida del variador de 19,4 [A] (caso más desfavorable) la caída de tensión resulta ser:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 10 \left[\frac{V}{A \times km} \right] \times 19,4[A] \times 0,001[km] = 0,34 [V]$$

Como el fabricante del variador de velocidad no indica **mediante** tablas los consumos instantáneos del variador a medida que se modifica el consumo **en la salida** del mismo, optamos por adoptar el valor de corriente máximo en la entrada. **Con un cable de alimentación de 6 [mm²], una longitud de 2,5 mts y una corriente de 20,3 [A]:**

$$\Delta V = 0,57 [V]$$

Finalmente la caída de tensión porcentual desde el tablero seccional al **motor trifásico**, tanto para el funcionamiento normal como en el arranque resulta ser:

$$\frac{0,57[V] + 0,25[V]}{380[V]} \times 100\% = 0,216\%$$

$$\frac{0,57[V] + 0,34[V]}{380[V]} \times 100\% = 0,24\%$$

Luego de analizar todas las cargas conectadas al tablero seccional, **se podrá verificar** la caída de tensión existente en la línea, desde el tablero secundario hasta **la última** carga de cada uno de los circuitos, o por lo menos la más representativa en cuanto a **consumo**.



Para el circuito de maniobra se determinara el consumo de la placa de control y del resto de las cargas que esta última alimentara. Queda aclarar que en este proyecto no se entrara en detalle con respecto a los sistemas electrónicos del circuito de maniobra y solo se consideraran las posibles cargas y consumos, con su respectivo diagrama de borneras que será realizado con posterioridad.

Para el control de maniobra se seleccionara del fabricante Dangelica el control programable exclusivo para ascensores modelo CD 2203 V3F (Anexo H), el cual presenta un diseño simple para prestaciones básicas, con los elementos justos y necesarios para máxima confiabilidad y seguridad en edificios de viviendas. El computador está basado en un microprocesador de última generación capaz de controlar maquinas de tracción de una velocidad, 2 velocidades, hidráulicas y de frecuencia variable hasta 1,25 m/s. Servicios: de inspección, independiente. Pesador de sobrecarga. Incluye apertura anticipada de puertas para más rápida atención de llamadas y renivelación más rápida a puerta abierta. Un teclado programador incorporado en la CPU posibilita el diálogo con el computador, con claves de acceso a la información para facilitar las tareas del personal de instalación, mantenimiento y supervisión.

Entonces las cargas para el circuito de maniobra son:

Control de maniobra: 150 [W];

Puerta automática: 220 [W];

Freno motor electromagnético: 90[W];

Equipo de Emergencia (luz inspección y timbre): 44[W].

Para la puerta automática se seleccionó el modelo VVVF5 del fabricante Fermator (Anexo I), debido a que presenta un modelo compacto y el más bajo consumo para este tipo de ascensores.

Por lo tanto, la potencia total en el circuito está dada por la Ec. (6.20):

$$P_{TOTAL} = \sum P \times f_s \quad (6.20)$$

Dónde:

P potencia de cada una de las cargas (en W);

f_s factor de simultaneidad.



Los factores de simultaneidad de acuerdo a datos de ascensores de características similares instalados (Tabla 6.5).

Tabla 6.5 Factores de simultaneidad

Carga	Potencia (W)	fs
Control maniobra	150	1
Puerta automática	220	0,95
Freno electromagnético	90	0,95
Equipo de emergencia	44	0,3

Sustituyendo en la Ec. (6.20):

$$P_{TOTAL} \cong 415 [W]$$

Por lo tanto, la corriente total resulta:

$$P_{TOTAL} = \sqrt{3} \times I_{TOTAL} \times U \times \cos \varphi$$

De acuerdo a lo hablado con personal de la industria de ascensores, nos afirmaron que los equipos de maniobra electrónica tenían un $\cos\varphi$ aceptable a bueno. Supusimos entonces, un $\cos\varphi=0,95$ de manera optimista y aproximada. La tensión de alimentación al control de maniobra es de $3 \times 380 [V]$, y que si bien el resto de las cargas que alimentan son monofásicas se supone que están repartidas de manera equitativa en cada una de las fases.

Por lo tanto la corriente en el circuito de maniobra resulta:

$$I_{MANIOBRA} = 0,75 [A] \angle - 18,2^\circ$$

De acuerdo a la corriente total de debido a las cargas se seleccionara del catálogo de cables Prysmian (Anexo G), un cable del tipo SUPERASTIC FLEX cuyas características son:

Datos:

Sección nominal: $S= 2,5 [mm^2]$;

Tipo de cable: 3 conductores unipolares + N + PE;



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERIA

Aislante: PVC Ecológico;

Métodos de Instalación de Referencia: B2;

Corriente nominal: $I_n = 18$ [A];

Caída de Tensión (40°C) = 15 [V /A km];

Queda aclarar que si bien un cable de sección de $1,5 \text{ mm}^2$ alcanza para alimentar el circuito de maniobra, dicho cable solo debe utilizarse para el circuito de iluminación.

Los factores de corrección que intervienen entonces son:

❖ **Por AGRUPAMIENTO**

Como no hay varios circuitos que coinciden en la misma canalización o un solo circuito que tenga más de una terna en paralelo, la corriente nominal no se verá afectada por este factor.

❖ **Por TEMPERATURA**

Para el caso de cables tendidos en los caños se presupone que la temperatura del muro es de 40°C de manera tal de ser conservadores, por lo que resulta siendo 1 el factor para el aislante del tipo PVC obtenido de la Tabla 6.1.

❖ **Por CONTENIDO ARMÓNICO EN LAS CORRIENTES**

Debido a que el control de maniobra del fabricante Dangelica no presenta información alguna de los armónicos que introduce en la red se utilizara valores orientativos aportados por la AEA 90364-7-771 (página 239 Tabla 771-H.XIII), dadas en la Tabla 6.4:

Tabla (6.4) Datos orientativos de contenido armónico en equipos eléctricos.



Aparato conectado	% de 3ª armónica	% de 5ª armónica	% de 7ª armónica	% de 9ª armónica
Balasto pasivo	20	---	---	---
Balasto activo	50	11	---	8
Variador de velocidad	20	40	15	---
Equipo informático	85	65	40	20
UPS	5	---	---	---

De la misma manera en que se procedió para el variador de velocidad, se opta por calcular la corriente total a partir del valor de la componente fundamental dada por la Ec. (6.18) . Es decir, calcularemos la verdadera corriente debida a los armónicos así evitando utilizar el factor de corrección para los cables por contenido armónicos.

$$I_{RMS_AC} = \sqrt{\sum_{h=1}^{\infty} I_h^2} = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + \dots} \quad (6.18)$$

Donde I_1 es la corriente fundamental y es el valor de la corriente de entrada al control de maniobra.

Sustituyendo los valores en la Ec. (6.18), resulta:

$$I_{RMS_AC} = \sqrt{(0,75[A])^2 + (0,85 \times 0,75[A])^2 + (0,65 \times 0,75[A])^2 + (0,4 \times 0,75[A])^2 + (0,2 \times 0,75[A])^2}$$

$$I_{RMS_AC} = 1,14 [A]$$

Finalmente la corriente en el circuito de maniobra resulta:

$$I_{MANIOBRA} = 1,14 [A] \angle -18,2^\circ$$

Luego debemos determinar si el cable seleccionado es apto para dicha corriente, por lo tanto como se dijo anteriormente será afectada por los factores de corrección dada por la Ec. (6.19):

$$I_{resultante} = f_{AGRUP} \times f_{TEMP} \times f_{ARM} \times I_{CABLE} \quad (6.19)$$

Sustituyendo los valores en la Ec. (6.19) resulta:

$$I_{resultante} = 1 \times 1 \times 1 \times 18[A] = 18 [A]$$



Como el valor de corriente admisible del cable es mayor al valor de la corriente de neutro y de línea, el cable seleccionado es idóneo para esta aplicación.

La caída de tensión que está dada a partir de un valor suministrado por el fabricante de cables expresada en [V/A km] resulta ser:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 15 \left[\frac{V}{A \times km} \right] \times 1,14[A] \times 0,0025[km] = 0,074 [V]$$

Finalmente la caída de tensión porcentual desde el tablero seccional al tablero de maniobra resulta ser:

$$\frac{0,074[V]}{380[V]} \times 100\% = 0,019\%$$

Luego de analizar todas las cargas conectadas al tablero seccional, se podrá verificar la caída de tensión presente en la línea desde el tablero principal hasta la última carga de cada uno de los circuitos.

6.2.1.C Circuito de elementos eléctricos secundarios.

Para el diseño del circuito de elementos eléctricos secundarios se determinara cada uno de las cargas que componen dicho circuito que posean una alimentación del tipo C.A. 220 v.

Estos son:

1. Sala de máquinas: - un circuito de toma corriente monofásico(2200 VA);
- una boca de iluminación (150 VA);
- una boca de iluminación de emergencia (150 VA).
2. Hueco ascensor: - 4 x boca de iluminación (150 VA).
3. Cabina ascensor: - un circuito de toma corriente monofásico(2200 VA);
- 2 x boca de iluminación (150 VA);
- extractor de aire (40 VA).

Las cargas serán detalladas con posterioridad, debido a que para este cálculo solo se requiere el valor de la potencia de cada una de ellas.



Los valores de algunas de las cargas están dados por la Tabla (6.6) obtenida de la AEA 90364-7-771:

Tabla (6.6) Potencia máxima simultánea.

Circuito	Valor mínimo de la potencia máxima simultánea	
	Vivienda	Oficinas y locales
Alumbrado para uso general sin tomacorrientes derivados	66% de los que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos a razón de 150 VA cada uno	100% de los que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos a razón de 150 VA cada uno
Alumbrado para uso general con tomacorrientes derivados	2200 VA por cada circuito	
Tomacorrientes para uso general	2200 VA por cada circuito	
Iluminación para uso especial	66% de los que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos a razón de 500 VA cada uno	100% de los que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos a razón de 500 VA cada uno
Tomacorrientes para uso especial	3300 VA por cada circuito	

Por lo tanto, la potencia total en el circuito de elementos eléctricos secundario está dada por la Ec. (6.21):

$$S_{TOTAL} = \sum TUG \times f_s + \sum IUG \times f_s \quad (6.21)$$

Dónde:

- TUG toma de uso general (2200 VA);
- IUG iluminación de uso general (150 VA);
- f_s factor de simultaneidad.

Los factores de simultaneidad dan una idea del uso simultáneo entre las cargas. La Tabla (6.7) hace referencia a los factores de simultaneidad (datos aportados por fabricantes de ascensores):



Tabla (6.7) Factores de Simultaneidad

Zona	Circuito	Potencia (VA)	fs
Sala de maquinas	Circ. Toma	2200	0,3
	Iluminación	150	0,9
	Ilum. Emergencia	150	0,3
Hueco Ascensor	Iluminación	4x150	0,3
Cabina Ascensor	Circ. Toma	2200	0,3
	Iluminación	2x150	1
	Extractor	40	0,9

Sustituyendo en la Ec. (6.21):

$$S_{TOTAL} = 2016 [VA]$$

Si bien las cargas son monofásicas en el circuito de elementos eléctricos secundarios, se opta por dividir las cargas en las 3 fases de manera equitativa, por lo tanto la corriente total por línea resulta:

$$S_{TOTAL} = \sqrt{3} \times I_{TOTAL} \times U$$

$$I_{TOTAL} = 3,06 [A]$$

Al igual que con los circuitos de maniobra, una vez más tuvimos en cuenta el asesoramiento de la gente del rubro y se supuso un $\cos\phi = 0,95$ de manera aproximada, lo que resulta:

$$I_{ELEM.SEC.} = 3,06 [A] \angle -18,2^\circ$$

De acuerdo a la corriente total de debido a las cargas se seleccionara del catálogo de cables Prysmian (Anexo G), un cable del tipo SUPERASTIC FLEX cuyas características son:

Datos:

Sección nominal: $S = 4 [mm^2]$;

Tipo de cable: 3 conductores unipolares + N + PE;



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Aislante: PVC Ecológico;

Métodos de Instalación de Referencia: B2;

Corriente nominal: $I_n = 25$ [A];

Caída de Tensión (40 °C) = 10 [V /A km];

Queda aclarar que si bien un cable de sección de $1,5 \text{ mm}^2$ alcanza para alimentar dicho circuito, solo está permitido utilizarse para el circuito de iluminación.

Los factores de corrección que intervienen entonces son:

❖ **Por AGRUPAMIENTO**

Como no hay varios circuitos que coinciden en la misma canalización o un solo circuito que tenga más de una terna en paralelo, la corriente nominal no se verá afectada por este factor.

❖ **Por TEMPERATURA**

Para el caso de cables tendidos en los caños se presupone que la temperatura del muro es de 40 °C de manera tal de ser conservadores, por lo que resulta un factor de 1 siendo el aislante del tipo PVC obtenido de la Tabla 6.1.

❖ **Por CONTENIDO ARMÓNICO EN LAS CORRIENTES**

Debido a que dentro del circuito de elementos eléctricos secundarios consta de distintos dispositivos de iluminación que en su mayoría cuenta con un balasto del tipo pasivo se tomara los valores orientativos de armónicos que introduce en la red aportados por la AEA 90364-7-771 (página 239 Tabla 771-H.XIII), dadas en la Tabla 6.4:

Tabla (6.4) Datos orientativos de contenido armónico en equipos eléctricos.



Applado conectado	% de 3ª armónica	% de 5ª armónica	% de 7ª armónica	% de 9ª armónica
Balasto pasivo	20	---	---	---
Balasto activo	38	11	---	8
Variador de velocidad	20	40	15	---
Equipo informático	85	65	40	20
UPS	5	---	---	---

De la misma manera que en los circuitos anteriores, en vez de utilizar factores de corrección para corregir la sección del cable, se calculara la corriente verdadera debido a los armónicos dada por la Ec. (6.18).

Sustituyendo la Ec. (6.18) resulta:

$$I_{RMS_AC} = \sqrt{(3,06[A])^2 + (0,2 \times 3,06[A])^2} = 3,12 [A]$$

Finalmente la corriente en el circuito de maniobra resulta:

$$I_{MANIOBRA} = 3,12 [A] \angle -18,2^\circ$$

Luego debemos determinar si el cable seleccionado es apto para dicha corriente, por lo tanto como se dijo anteriormente será afectada por los factores de corrección dada por la Ec. (6.19):

$$I_{resultante} = f_{GRUP} \times f_{TEMP} \times f_{ARM} \times I_{CABLE} \quad (6.19)$$

Sustituyendo los valores en la Ec. (6.19) resulta:

$$I_{resultante} = 1 \times 1 \times 0,86 \times 25[A] = 21,5 [A]$$

Como el valor de corriente admisible del cable es mayor al valor de la corriente de línea, el cable seleccionado es idóneo para esta aplicación.

Por otra parte, la caída de tensión que está dada a partir de un valor suministrado por el fabricante de cables expresada en [V/A km] resulta ser:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 10 \left[\frac{V}{A \times km} \right] \times 3,12[A] \times 0,006[km] = 0,32[V]$$

La longitud del cable está dado por el punto de acometida del cable de alimentación de la cabina desde sala de máquinas que son aproximadamente 6 mts del tablero seccional.



Finalmente la caída de tensión porcentual desde el tablero seccional dicha carga resulta ser:

$$\frac{0,32[V]}{380[V]} \times 100\% = 0,084\%$$

Luego de analizar todas las cargas conectadas al tablero seccional, se podrá verificar la caída de tensión existente en la línea, desde el tablero secundario hasta la última carga de cada uno de los circuitos, o por lo menos la más representativa en cuanto a consumo.

6.2.1.D Circuito de tablero seccional general al tablero secciona de Sala de Máquinas.

En este apartado se dimensionara los cables que circulan desde el tablero secundario al tablero seccional del ascensor y luego se calculara la caída de tensión desde el tablero primario al tablero seccional para así verificar la caída de tensión en cada circuito

La corriente que circulara desde el tablero secundario al seccional estará dada por la sumatoria de las corrientes dada por el circuito de potencia, la del circuito de maniobra y finalmente por la del circuito de elementos eléctricos secundarios y está representada en la Ec. (6.22):

$$I_{LINEA} = I_{POTENCIA} + I_{MANIOBRA} + I_{ELEM.SEC.} \quad (6.22)$$

Reemplazando los valores en la Ec. (6.22), resulta:

$$I_{LINEA} = 26,48 [A] \angle - 18,2^\circ$$

De acuerdo a al valor de corriente se seleccionara del catálogo de cables Prysmian (Anexo G), un cable del tipo RETENAX VALIO cuyas características son:

Sección nominal: $S = 10 [mm^2]$;

Tipo de cable: 3 conductores unipolares + N + PE;

Aislante: Polietileno reticulado silanizado (xlpe);

Métodos de Instalación de Referencia: B2;

Corriente nominal: $I_n = 55 [A]$;



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA

$$R_{90^{\circ}\text{C}} = 2,44[\text{ohm/km}];$$

$$X = 0,166 [\text{ohm/km}].$$

Si bien un cable de sección de 6 mm^2 sería suficiente para el tramo desde el tablero secundario al seccional, por cuestiones de protección y coordinación de aparataje, que serán analizados en apartado de *Selección de aparataje*, será necesario utilizar un cable de 10 mm^2 .

Los factores de corrección que intervienen entonces son:

❖ Por AGRUPAMIENTO

Como no hay varios circuitos que coinciden en la misma canalización o un solo circuito que tenga más de una terna en paralelo, la corriente nominal no se verá afectada por este factor.

❖ Por TEMPERATURA

Para el caso de cables tendidos en los caños se presupone que la temperatura del muro es de 40°C de manera tal de ser conservadores, por lo que el factor de corrección resulta ser 1 siendo el aislante del tipo XLPE obtenido de la Tabla 6.1.

❖ Por CONTENIDO ARMÓNICO EN LAS CORRIENTES

El contenido de armónico en las corrientes desde el circuito secundario al seccional va a estar relacionado con el contenido armónico que introduzca cada uno de los circuitos terminales. Como se hallaron cada una de las corrientes afectadas por el contenido armónico, no será necesario utilizar factores de corrección por contenido armónico.

Luego la corriente afectada por los factores de corrección resulta:

$$I_{\text{resultante}} = f_{\text{AGRUP}} \times f_{\text{TEMP}} \times f_{\text{ARM}} \times I_{\text{CABLE}} \quad (6.19)$$



Sustituyendo los valores en la Ec. (6.19) resulta:

$$I_{resultante} = 1 \times 1 \times 1 \times 55[A] = 55 [A]$$

Como el valor de corriente admisible del cable es mayor al valor de la corriente de línea, el cable seleccionado es idóneo para esta aplicación.

La caída de tensión está dada por la Ec. (6.23):

$$\Delta U[V] = \sqrt{3} * I * L * (r \cos \varphi + x \sin \varphi) \quad (6.23)$$

Donde el $\cos \varphi$ será el supuesto y adoptado en base a lo aclarado anteriormente sobre la compensación que realiza el variador, lo cual se supondrá un valor de 0,95 que como se comento es el mínimo valor para el cual no será necesario compensar, además supondremos que el valor de la corriente será la admisible.

Reemplazando los valores en la Ec. (6.23), resulta:

$$\begin{aligned} \Delta U[V] &= \sqrt{3} \times 26,48[A] * 0,05[km] * \left(2,44 \left[\frac{ohm}{km} \right] \times 0,95 + 0,166 \left[\frac{ohm}{km} \right] \times 0,31 \right) \\ &= 5,43[V] \end{aligned}$$

Queda aclarar que la distancia desde el tablero seccional general al tablero seccional de sala de máquinas es de aproximadamente de 50 [m].

Finalmente la caída de tensión porcentual desde el tablero seccional general al seccional de sala de máquinas resulta ser:

$$\frac{5,43[V]}{380[V]} \times 100\% = 1,42\%$$

Luego se procede a hallar la caída de tensión porcentual desde el tablero primario al tablero seccional general. Para ello partimos de los cables que presenta la instalación actualmente siendo de dos ternas de 3x50/25 con una longitud de 50 [m] acompañado como protección un fusible NH 250 [A].

Debido a que debemos disponer de ciertos valores para el cálculo de la caída de tensión, seleccionaremos del fabricante de cables Prysmian (Anexo G), un cable del tipo RETENAX VALIO cuyas características son:

Sección nominal: $S = 50/25 [mm^2]$ (tetrapolar);



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Aislante: Polietileno reticulado silanizado (xlpe);

Métodos de Instalación de Referencia: B2;

Corriente nominal: $I_n = 140$ [A];

$R_{90^\circ\text{C}} = 0,493$ [ohm/km];

$X = 0,0726$ [ohm/km].

Los factores de corrección que intervienen entonces son:

❖ Por AGRUPAMIENTO

El calentamiento mutuo de los cables, cuando varios circuitos coinciden en la misma canalización (o un solo circuito tenga más de una terna en **paralelo**), obliga a considerar un factor de corrección adicional para tener en **cuenta** la mayor dificultad para disipar el calor generado, ya que esta situación **equivale a una** mayor temperatura ambiente.

Por esta razón, deben utilizarse factores para modificar **las intensidades** indicadas en la siguiente Tabla dada por el fabricante de cables **Prysmian** (Tabla 6.8):

Tabla (6.8) Factor de agrupamiento

Circuitos en un mismo caño	ó Nº de conductores cargados	Factor
2 monofásicos	Hasta 4	0,80
3 monofásicos	Hasta 6	0,70
2 trifásicos	Hasta 6	0,80
3 trifásicos	Hasta 9	0,70

PARA NUESTRA SITUACIÓN COMO PRESENTA **2 CIRCUITOS TRIFÁSICOS** EL FACTOR DE CORRECCIÓN ES DE **0,8**.



❖ Por TEMPERATURA



Para el caso de cables tendidos en los caños se presupone que la temperatura del muro es de 40 °C de manera tal de ser conservadores, por lo que se aplicará un factor de corrección de 1 siendo el aislante del tipo XLPE obtenido de la Tabla 6.1.

Luego la corriente afectada por los factores de corrección resulta:

$$I_{\text{resultante}} = f_{\text{AGRUP}} \times f_{\text{TEMP}} \times f_{\text{ARM}} \times I_{\text{CABLE}} \quad (6.19)$$

Sustituyendo los valores en la Ec. (6.19) resulta:

$$I_{\text{resultante}} = 0,8 \times 1 \times 1 \times 140[A] = 112[A]$$

Por lo tanto al ser un par de ternas la corriente que será capaz de soportar será de 224 [A].

La caída de tensión está dada por la Ec. (6.23):

$$\Delta U[V] = \sqrt{3} * I * L * (r \cos \varphi + x \sin \varphi) \quad (6.23)$$

Donde el $\cos \varphi$ va a depender de todas las cargas presentes en la universidad, lo cual se supondrá un valor de 0,95 que como se comento es el mínimo valor para el cual no será necesario compensar, además supondremos que el valor de la corriente será la admisible.

Reemplazando los valores en la (6.23), resulta:

$$\begin{aligned} \Delta U[V] &= \sqrt{3} \times 112[A] * 0,05[km] * \left(0,493 \left[\frac{\text{ohm}}{\text{km}} \right] \times 0,95 + 0,0726 \left[\frac{\text{ohm}}{\text{km}} \right] \times 0,31 \right) \\ &= 5,65[V] \end{aligned}$$

Finalmente la caída de tensión porcentual desde el tablero primario al secundario resulta ser:

$$\frac{5,65[V]}{380[V]} \times 100\% = 1,49\%$$

La Figura (6.6) muestra la caída de tensión para cada tramo de la instalación a partir del tablero primario:

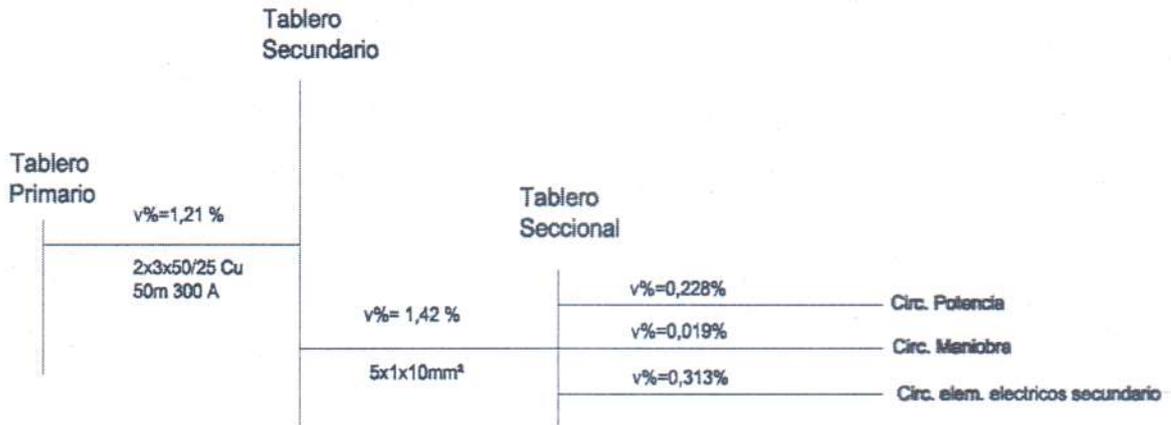


Figura (6.6) Caída de tensión

Luego recordando que se debe **verificar que no se exceda de los siguientes porcentajes:**

“Circuitos seccionales y circuitos terminales: la caída de tensión entre los bornes de salida del tablero principal y cualquier punto de utilización no debe superar los valores siguientes:

1. Circuitos terminales, de uso general o especial y específico, para **iluminación: 3 %.**
2. Circuitos de uso específicos que alimentan sólo **motores: 5 % en régimen y 15 % durante el arranque.**

- Circuito terminal de potencia:
En régimen:

$$\Delta V_{TOTAL} = 1,49\% + 1,42\% + 0,216\% = 3,13\% < 5\% \quad \mathbf{VERIFICA}$$

Durante el arranque:

$$\Delta V_{TOTAL} = 1,49\% + 1,42\% + 0,216\% = 3,13\% < 15\% \quad \mathbf{VERIFICA}$$

(Aclaración: se considero ambas caídas de tensión iguales ya que el fabricante del variador no expresa el valor de corriente que **ingresa** al mismo cuando el motor se encuentra en régimen, por tanto aunque no es el valor de corriente sino que es menor, para el régimen se tomo 20,3 A.)



- Circuito terminal de maniobra:

$$\Delta V_{TOTAL} = 1,49\% + 1,42\% + 0,019\% = 2,93\% < 3\% \quad \text{VERIFICA}$$

- Circuito terminal de elementos eléctricos secundario:

$$\Delta V_{TOTAL} = 1,49\% + 1,42\% + 0,084\% = 2,994\% < 3\% \quad \text{VERIFICA}$$

Finalmente las caídas de tensión verifican para cada uno de los circuitos.

6.2.2 Selección de aparataje:

6.2.2.A Circuito de tablero seccional general a tablero seccional de Sala de Máquinas

Para seleccionar adecuadamente las protecciones y los cables que existen en la línea del ascensor, se deberá verificar dichos cables contra las corrientes de sobrecarga y cortocircuito.

Para ello, en un principio es necesario realizar el cálculo de corriente de corto circuito máxima y mínima que existirá en los tableros. Comenzaremos diciendo que se utilizó la información dada por un trabajo final anterior, para conocer qué tipo y calibre de protecciones y conductores existen en la facultad desde el transformador de distribución situado en la calle hasta los tableros seccionales más remotos.

Como el tablero seccional de la sala de máquinas del ascensor se vinculara al tablero seccional general N°1 de la facultad, solo nos detuvimos a analizar las cargas que se vinculan a ese tablero. Dichas cargas son en su mayoría cargas estáticas y las cargas dinámicas son pequeños motores de los cuales en la mayor parte de los casos no hay datos o registros. Existe el Instron que es de potencia superior al ascensor pero no se tienen datos.

Por lo tanto las impedancias a tener en cuenta son las de los cables que van desde el transformador hasta el tablero seccional (Figura 6.7). La línea que va desde los bornes del transformador hasta la barra de distribución (de donde salen los tendidos) no estaba especificada en los planos así que se optó para poder seguir adelante con el cálculo, seleccionar conductores del catálogo de Prysmian que cumplan con la corriente nominal que es de aproximadamente 960 A. Los valores de resistencia e impedancia de las otras líneas también fueron extraídos del mismo catálogo.

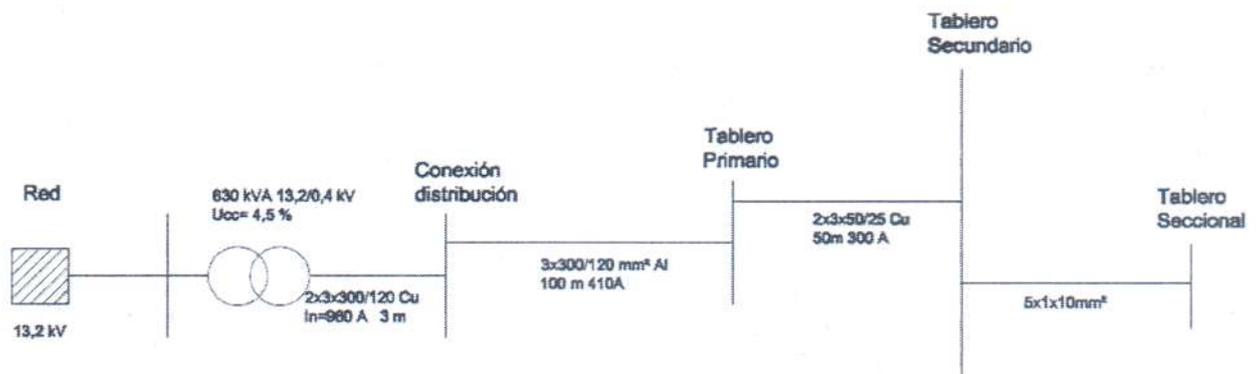


Figura 6.7 Diagrama Unifilar desde transformador a tablero seccional del ascensor

Línea de transformador a barra de distribución:

Cable Sintenax Valio Prysmian dos ternas de 3 cables unipolares de 300 mm^2 cada uno más uno de 120 mm^2 para Neutro. Colocados de acuerdo al método G, soporta 617 A cada una de las fases, aunque debido a que están en paralelo existe un factor de agrupamiento de 0,88.

Resistencia a 50 Hz. y 70°C = $0,0754 \text{ } [\Omega/\text{km}]$ Reactancia a 50 Hz. = $0,14 \text{ } [\Omega/\text{km}]$
 (cable de 300 mm^2)

Longitud = 3m.

Línea Barra de distribución a Tablero Primario:

Cable Sintenax Valio Prysmian una terna de $3 \times 300/120 \text{ mm}^2$ de aluminio, colocado de acuerdo al método D2.

Resistencia a 50 Hz. y 70°C = $0,0122 \text{ } [\Omega/\text{km}]$ Reactancia a 50 Hz. = $0,14 \text{ } [\Omega/\text{km}]$
 (cable de 300 mm^2)

Longitud = 100m.

Línea de Tablero Primario a Tablero Secundario N°1:

Cable Retenax Valio Prysmian dos ternas de $3 \times 50/25 \text{ mm}^2$ de cobre, colocados de acuerdo al método D1.



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA

Resistencia a 50 Hz. y 90°C= 0,493 [Ω /km] Reactancia a 50 Hz.=0,0726 [Ω /km]
(cable de 50 mm²)

Longitud= 50m.

Línea de Tablero Secundario N°1 a Tablero Seccional en Sala de Máquinas:

Cable Retenax Valio Prysmian, cinco cables unipolares de 10 mm² (tres conductores fases, uno neutro y uno P.E.) de cobre, colocados de acuerdo al método B2.

Resistencia a 50 Hz. y 90°C= 2,44 [Ω /km] Reactancia a 50 Hz.=0,166 [Ω /km]
(cable de 50 mm²)

Longitud= 50m.

Factor de corrección de temperatura para la resistencia a 20°C

La Ec. (6.24) permite corregir el valor de resistencia a 20°C:

$$R_{20^{\circ}C} = R_{90^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \Delta T) \quad (6.24)$$

Siendo $\alpha = 0,0039$ [1/°C] y $\Delta T = -70^{\circ}C$

De esta forma con la Ec. (6.24) se puede tener los valores de la resistencia para calcular el corto circuito mínimo y el corto circuito máximo.

Determinación de los valores de corriente de corto circuito I_k en cada barra o tablero:

Como se enunció anteriormente, se utilizaron valores obtenidos de un proyecto final anterior (ver Bibliografía, "Esquema Unifilar de la Facultad de Ingeniería" Murcia Guillermo, Año 2000). Entre esos valores existían los de corto circuito de la mayoría de los tableros pero no el del tablero secundario N°1. Por tal motivo se decidió a calcular primero el corto circuito en dicho tablero y luego en el seccional para así saber aproximadamente que capacidad de ruptura debiera tener un interruptor o seccionador que se instalase en barras del secundario. Cabe aclarar que siempre fue despreciado el aporte de todo tipo de maquina rotante por su ínfimo valor de potencia.

Corto circuito en tablero secundario:

El valor de impedancia del transformador viene dado por la Ec. (6.25), junto con su componente resistivo (Ec. (6.26)) y su componente reactivo (Ec. (6.27)):



$$Z_T [\Omega] = UCC \left[\frac{^\circ}{1} \right] \times \frac{U_N^2 [kV]^2}{S_T [MVA]} \quad (6.25)$$

$$R_T [\Omega] = Ur \left[\frac{^\circ}{1} \right] \times \frac{U_N^2 [kV]^2}{S_T [MVA]} \quad (6.26)$$

$$X_T [\Omega] = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} \quad (6.27)$$

De acuerdo a los datos obtenidos:

$$UCC [^\circ/1] = 0,045 \quad S_T [MVA] = 0,63 \quad U_N [kV] = 13,2 \text{ (lado MT) / } 0,4 \text{ (lado BT)}$$

$Ur [^\circ/1] = 0,011$ (de acuerdo al manual Brown-Bovéri para un transformador de 630 kVA)

Sustituyendo y resolviendo los valores en las (6.25), (6.26) y (6.27) resulta:

$$0,01143 [\Omega] = 0,045 \cdot \frac{0,4^2 [kV]^2}{0,63 [MVA]} \quad 2,8 \times 10^{-3} [\Omega] = 0,011 \cdot \frac{0,4^2 [kV]^2}{0,63 [MVA]}$$

$$0,01108 [\Omega] = \sqrt{0,01143^2 - (2,8 \times 10^{-3})^2}$$

Los valores de las impedancias de las líneas se muestran en la Tabla (6.9):

Tabla (6.9) Impedancias de línea

Línea	L[m]	R _{70°C} [Ω]	R _{90°C} [Ω]	X [Ω]	R _{20°C} [Ω]
De transformador a barra distribución (L1)	3	1,75x10 ⁻⁴	-	9,43x10 ⁻⁵	1,41x10 ⁻⁴
De barra distribución a T. Primario (L2)	100	0,00122	-	0,014	1,07x10 ⁻³
De T. Primario a T. Secundario N°1 (L3)	50	-	0,02465	3,63x10 ⁻³	0,0179
De T. Secundario a T. Seccional (L4)	50	-	0,122	8,3x10 ⁻³	0,0887



La Figura 6.8 muestra el circuito equivalente:



Figura (6.8) Circuito equivalente

El valor de corriente de corto circuito más alto (máximo) se dará cuando la RESISTENCIA de los cables sea las más baja (la reactancia es siempre la misma debido a que depende de la frecuencia), esto se da cuando los mismos están a temperatura ambiente y no de régimen. Donde la fuente equivalente viene dado por un factor c , en donde la Tabla 6.10 determina su valor en función de que cortocircuito se analice y a que tensión:

Tabla (6.10) Valor de la constante c . (Instalaciones I, Apunte "Cortocircuito", Ing. Ruben Ferreyra).

Nominal voltage	Factor de tensión "c" para el cálculo de:	
	corriente de cortocircuito máxima	corriente de cortocircuito mínima
Baja tensión 100 V – 1000 V		
-Sistemas con una tolerancia de 6%	1.05	0.95
-Sistemas con una tolerancia de 10%	1.10	0.95
Media tensión >1 kV – 35 kV	1.10	1.00
Alta tensión >35 kV	1.10	1.00

Para dicho cálculo el factor c es de 1,1.

Luego el valor de la sumatoria de las impedancias (máxima) resulta:



$$\sum Z_{M\acute{a}x} = 0,0219 + 0,0288j$$

(Incluida la Z del transformador)

Finalmente la Ec. (6.28) determina el valor de corriente de corto circuito I_{k_3}'' :

$$I_{k_3}'' = \frac{c \cdot U_N}{\sqrt{3} \cdot Z_T} \quad (6.28)$$

Reemplazando los valores en la Ec. (6.28), resulta:

$$I_{k_3}'' = \frac{1,1.380v}{\sqrt{3} \cdot (0,0219 + 0,0288j)[\Omega]}$$
$$I_{k_3}'' = 6,67 \text{ kA M\acute{a}ximo}$$

Para la corriente de corto circuito M\u00ednima se establece cuando los **cables** est\u00e1n en temperatura de r\u00e9gimen y por tanto la RESISTENCIA es m\u00e1s elevada. El **valor del factor "c"** para este caso es de 0,95.

Luego el valor de la sumatoria de las impedancias (m\u00ednima) resulta:

$$\sum Z_{M\acute{i}n} = 0,0288 + 0,0288j$$

(Incluida la Z del transformador)

Reemplazando los valores de impedancia m\u00ednima en la Ec. (6.28), **resulta:**

$$I_{k_3}'' = \frac{c \cdot U_N}{\sqrt{3} \cdot Z_T} = \frac{0,95.380v}{\sqrt{3} \cdot (0,0219 + 0,0288j)[\Omega]}$$
$$I_{k_3}'' = 5,12 \text{ kA M\acute{i}nimo}$$

Corto circuito en Tablero Seccional de Sala de M\u00e1quinas:

La figura 6.9 muestra el circuito equivalente visto desde el tablero **seccional**:



Figura 6.9 Circuito equivalente

El circuito es el mismo solo que ahora se le suma en serie la impedancia de la línea que existe entre el Tablero Secundario N°1 y el Tablero Seccional. Por lo tanto la impedancia total será:

$$\sum Z_{M\acute{a}x} = 0,1106 + 0,0371j$$

(Incluida la Z del transformador)

Reemplazando los valores de impedancia máxima en la Ec. (6.28), resulta:

$$Ik_3'' = \frac{c \cdot U_N}{\sqrt{3} \cdot Z_T} = \frac{1,1.380v}{\sqrt{3} \cdot (0,1106 + 0,0371j)[\Omega]}$$

$$Ik_3'' = 2,07 \text{ kA M\acute{a}ximo}$$

Para el caso del corto circuito mínimo la corriente será:

$$\sum Z_{M\acute{i}n} = 0,151 + 0,0371j$$

(Incluida la Z del transformador)

Reemplazando los valores de impedancia mínima en la Ec. (6.28), resulta:

$$Ik_3'' = \frac{c \cdot U_N}{\sqrt{3} \cdot Z_T} = \frac{0,95.380v}{\sqrt{3} \cdot (0,151 + 0,0371j)[\Omega]}$$

$$Ik_3'' = 1,34 \text{ kA M\acute{i}nimo}$$



Con estos valores volvemos a confirmar con aproximación que el aporte del motor del ascensor al corto circuito es despreciable, mediante la siguiente Ec.:

$$\sum I_{nM} \leq 0,01 \times I''_{k3M} \quad (6.29)$$

$$I_n (\text{Motor}) = 11,4 \text{ A} < 0,01 \times 2,07 \text{ kA}$$

Calculados los valores de corto circuito pasamos a verificar los cables por cortocircuito de acuerdo a la energía específica que dejan pasar las protecciones y por sobrecargas.

Para la selección de las protecciones de los cables, contra las corrientes de sobrecarga y cortocircuito se deben verificar las siguientes inecuaciones:

- Protección contra corrientes de sobrecarga:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (6.30)$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z \quad (6.31)$$

Siendo:

I_b = la corriente que es transportada.

I_n = lo que soporta la protección.

I_z = la que admite el cable.

I_2 = corriente convencional de funcionamiento (corriente que hace actuar a la protección en un tiempo determinado).

- Protección contra corrientes de cortocircuito:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \times S^2 \quad (6.32)$$

Cuando los dispositivos limitadores de la corriente tienen tiempos de apertura inferiores a 0,1s.



$$I \cdot \frac{\sqrt{t}}{K} \leq S \quad (6.33)$$

Cuando los dispositivos limitadores de la corriente tienen tiempos de apertura de 0,1s. y mayores, hasta 5 s.

La protección de la línea que une el tablero seccional general con el seccional de S.M. es una termomagnética del fabricante Siemens (Anexo K) de las siguientes características:

- Corriente nominal: 50 [A];
- Tensión nominal: 400[V] (vca);
- Características de disparo Tipo C;
- Capacidad de ruptura de 10 [KA];
- Clase de limitación: 3;
- Modelo: 5SX4 650-7.

Queda aclarar que si bien era suficiente utilizar un interruptor para una corriente de 32 A , se debió seleccionar uno de 50 [A] de manera tal de poder coordinar luego con los aparatos seleccionados en los circuitos terminales.

Para poder determinar la energía específica que deja pasar el interruptor termomagnético para una corriente de corto circuito de 6,67 [KA], se tendrá en cuenta la Tabla 6.11:

Tabla (6.11) Clases de limitación de energía (Instalaciones I, Apunte "Aparataje", Ing. Ruben Ferreyra).

PODER DE CORTE ASIGNADO (A)	CLASES DE LIMITACION DE ENERGIA				
	Clase 1	Clase 2		Clase 3	
	$I^2 \cdot T$ máx.	$I^2 \cdot T$ máx.		$I^2 \cdot T$ máx.	
	Tipos B y C	Tipo B	Tipo C	Tipo B	Tipo C
3000	Sin límite especificado	31000	37000	15000	18000
4500		60000	75000	25000	30000
6000		100000	120000	35000	42000
10000		240000	290000	70000	84000



Luego para un poder de corte de 10 kA y una curva del tipo tipo C, corresponde un valor de $42000 \text{ A}^2 \text{ seg}$. Verificando con los cálculos:

Luego para dicho circuito sabemos que:

- $I_b = 26,48 \text{ [A]}$.
- $I_n = 50 \text{ [A]}$.
- $I_z = 55 \text{ [A]}$.
- $I_2 = 72,5 \text{ [A]}$.

Siendo:

$$I_2 = 1,45 \times I_n$$

La AEA establece que I_2 adquiere ese valor para cuando la protección es un interruptor automático conforme a EN 60898.

Procedemos a verificar la protección del cable mediante las Ec. (6.30) y (6.31), y (6.32):

Verificación a la sobrecarga:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$26,48[\text{A}] \leq 50[\text{A}] \leq 55[\text{A}]$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

$$I_2 = 1,3 I_n \leq 1,45 I_z \quad 72,5[\text{A}] \leq 79,75$$

Verificación al cortocircuito:

Luego para la verificación por cortocircuito la forma de la Ec. depende puntualmente del tipo de protección. En nuestro caso las protecciones son del tipo $t < 100 \text{ ms}$. Tanto en el tablero secundario como en el tablero seccional, por lo tanto la Ec. a utilizar es:

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA

$K=142$ (xlpe y conductor de cobre)

$S= 10 \text{ mm}^2$ (de tablero secundario a seccional).

$$K^2 \cdot S^2 \geq I^2 t$$

$$142^2 \times 10^2 \geq 49000$$

$$2016400 > 49000$$

De esta forma esta mas que claro que el cable soportará la energía que deja pasar la protección.

6.2.2.B Circuito de Potencia

De acuerdo al cálculo de cortocircuito, las protecciones que están en el tablero seccional deberán tener una capacidad de ruptura mínima de 2 kA.

La Figura (6.10) nos permite observar cuales son los distintos aparatos tanto de protección como de accionamiento que componen al circuito de potencia:

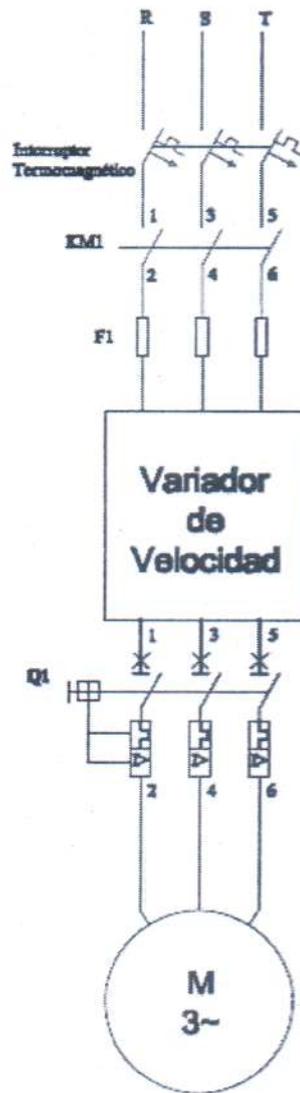


Figura 6.10 Circuito de potencia

Comenzaremos seleccionando un contactor trifásico con una corriente nominal mayor o igual a $I=20,3$ [A] (Corriente que requiere el variador de velocidad en régimen).

Seleccionamos un contactor tripolar del fabricante ABB modelo A26 (Anexo J), cuyas características son:

- Potencia nominal: 11 [kW];
- Intensidad nominal: 26 [A];



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

- Tensión nominal: 400[V];
- Categoría de servicio: AC-3.

La potencia requerida del contactor es mayor a la del motor trifásico debido a que se dispondrá del lado de entrada al variador de velocidad.

Para la protección de los cables seleccionaremos un interruptor termomagnético de 3 polos de aplicación industrial marca Moeller (Anexo K), cuyas características son:

- Corriente Nominal: $I_n = 25$ [A];
- Tensión Nominal: $U_n = 415$ [V];
- Capacidad de ruptura: 25 [kA];
- Modelo: FAZT-B25/3;
- Característica: B.

Para la selección de las protecciones de los cables, contra las corrientes de sobrecarga y cortocircuito se deben verificar las siguientes inecuaciones:

- Protección contra corrientes de sobrecarga:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (6.30)$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z \quad (6.31)$$

Siendo:

I_b = la corriente que es transportada.

I_n = lo que soporta la protección.

I_z = la que admite el cable.

I_2 = corriente convencional de funcionamiento (corriente que hace actuar a la protección en un tiempo determinado).

- Protección contra corrientes de cortocircuito:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \times S^2 \quad (6.32)$$

Cuando los dispositivos limitadores de la corriente tienen tiempos de apertura inferiores a 0,1s.



$$I \cdot \frac{\sqrt{t}}{K} \leq S \quad (6.33)$$

Cuando los dispositivos limitadores de la corriente tienen tiempos de apertura de 0,1s. y mayores, hasta 5 s.

Luego para el circuito de potencia sabemos que:

- $I_b = 20,3 \text{ [A]}$.
- $I_n = 25 \text{ [A]}$.
- $I_z = 32 \text{ [A]}$.
- $I_2 = 43,5 \text{ [A]}$.

Siendo:

$$I_2 = 1,45 \times I_n$$

La AEA establece que I_2 adquiere ese valor para cuando la protección es un interruptor automático conforme a EN 60898.

Procedemos a verificar la protección del cable mediante las Ec. (6.30) y (6.31), y (6.32):

Verificación a la sobrecarga:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$20,3[A] \leq 25[A] \leq 32[A]$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

$$I_2 = 1,3 I_n \leq 1,45 I_z \quad 43,5[A] \leq 46,4$$

Verificación al cortocircuito:

Luego para la verificación por cortocircuito la forma de la Ec. depende puntualmente del tipo de protección. En nuestro caso las protecciones son del tipo $t < 100$ ms. Por lo tanto la Ec. a utilizar es:

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA

K=115 (PVC y conductor de cobre)

S= 6 mm²

$$K^2 \cdot S^2 \geq I^2 t$$

$$115^2 \times 6^2 \geq 2500$$

$$476100 > 27000$$

De esta forma esta mas que claro que el cable soportará la energía que deja pasar la protección.

Por otra parte debemos seleccionar la protección del motor, que consta básicamente de un guardamotor marca Siemens (Anexo M) cuyas características son:

- Corriente Nominal: In = 16[A];
- Tensión Nominal: Un= 400[V];
- Potencia: 7,5[kw];
- Rango de ajuste: 11..16[A];
- Capacidad de ruptura: 50 [kA];
- Modelo: 3RV10 21-4AA10;
- Tamaño: S0.

Recordando que la corriente de salida del variador es de 14,3[A] y la corriente admisible del cable es de 23,5[A], continuamos con la verificación a la sobrecarga:

- Ib = 14,3 [A].
- In = 16 [A] (Ajustable).
- Iz = 25 [A].

Verificación a la sobrecarga:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$14,3[A] \leq 16[A] \leq 23,5[A]$$

Finalmente, para la protección del variador de velocidad se seleccionara un fusible del tipo NH de clase aR del fabricante Reproel (Anexo L). Estos fusibles clase aR son ultra rápidos, desarrollados específicamente para la protección de semiconductores de potencia, teniendo como características fundamentales la elevada capacidad de conducción de



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

corriente en régimen permanente y la alta velocidad de operación frente a la presencia de cortocircuitos.

Como la corriente que circula por el circuito de potencia es de 22,07 [A], se seleccionara el siguiente fusible:

- Marca: Reproel;
- Tipo: NH;
- Clase de servicio: aR;
- Tamaño constructivo: 000;
- Modelo: F0CUC0025;
- Corriente nominal: 25 [A];
- Tensión nominal: 500 [V].

6.2.2.C Circuito de Maniobra

De acuerdo al cálculo de cortocircuito, las protecciones que están en el tablero seccional deberán tener una capacidad de ruptura mínima de 2 kA.

El esquema (6.11) nos permite observar cuales son los distintos que componen el circuito de maniobra:

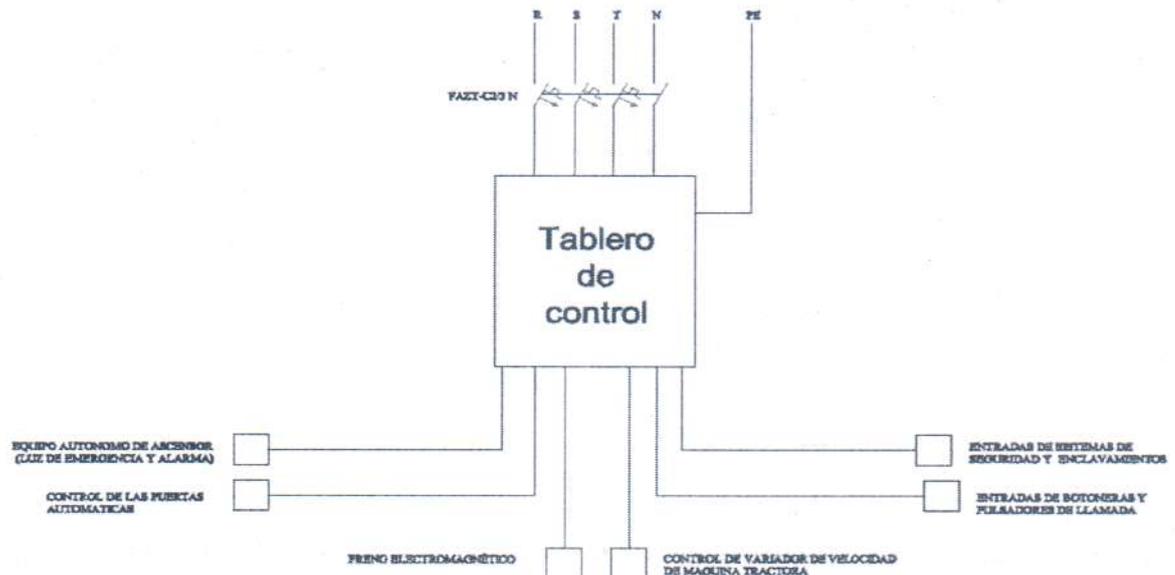


Figura (6.11) Circuito de maniobra



Para la protección de los cables seleccionaremos un interruptor termomagnético de 3 polos más neutro de aplicación industrial marca Moeller (Anexo K), cuyas características son:

- Corriente Nominal: $I_n = 2[A]$;
- Tensión Nominal: $U_n = 415[V]$;
- Capacidad de ruptura: 25 [kA];
- Modelo: FAZT-C2/3N;
- Característica: C.

Para la selección de las protecciones de los cables, contra las corrientes de sobrecarga y cortocircuito se deben verificar las siguientes inecuaciones:

- Protección contra corrientes de sobrecarga:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (6.30)$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z \quad (6.31)$$

Siendo:

I_b = la corriente que es transportada.

I_n = lo que soporta la protección.

I_z = la que admite el cable.

I_2 = corriente convencional de funcionamiento (corriente que hace actuar a la protección en un tiempo determinado).

- Protección contra corrientes de cortocircuito:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2 \quad (6.32)$$

Cuando los dispositivos limitadores de la corriente tienen tiempos de apertura inferiores a 0,1s.

$$I \cdot \frac{\sqrt{t}}{K} \leq S \quad (6.33)$$



Cuando los dispositivos limitadores de la corriente tienen tiempos de apertura de 0,1s. y mayores, hasta 5 s.

Luego para el circuito de potencia sabemos que:

- $I_b = 1,14 [A]$.
- $I_n = 2 [A]$.
- $I_z = 18 [A]$.
- $I_2 = 2,9 [A]$.

Siendo:

$$I_2 = 1,45 \times I_n$$

La AEA establece que I_2 adquiere ese valor para cuando la protección es un interruptor automático conforme a EN 60898.

Procedemos a verificar la protección del cable mediante las Ec. (6.30) y (6.31), y (6.32):

Verificación a la sobrecarga:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$1,14[A] \leq 2[A] \leq 18[A]$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

$$I_2 = 1,3 I_n \leq 1,45 I_z \quad 2,9[A] \leq 26,1$$

Verificación al cortocircuito:

Luego para la verificación por cortocircuito la forma de la Ec. depende puntualmente del tipo de protección. En nuestro caso las protecciones son del tipo $t < 100$ ms. Por lo tanto la Ec. a utilizar es:

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA

K=115 (PVC y conductor de cobre)

S= 2,5 mm²



FACULTAD DE INGENIERÍA

$$K^2 \cdot S^2 \geq I^2 t$$

$$115^2 \times 2,5^2 \geq 2500$$

$$82656 > 2500$$

De esta forma esta mas que claro que el cable soportará la energía que deja pasar la protección.

6.2.2.D Circuito de elementos eléctricos secundarios

De acuerdo al cálculo de cortocircuito, las protecciones que están en el tablero seccional deberán tener una capacidad de ruptura mínima de 2 kA.

La Figura (6.12) nos permite observar cuales son los distintos aparatos que componen al circuito de elementos eléctricos secundario:

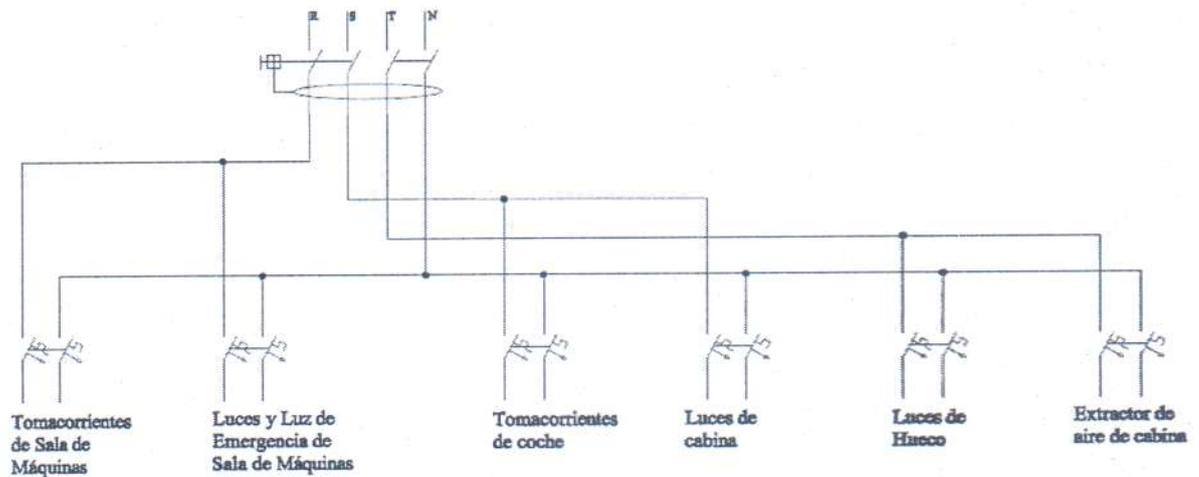


Figura (6.12) Circuito de elementos eléctricos secundario

Para la protección contra posibles contactos con elementos tensionados, se seleccionara un interruptor diferencial marca Siemens (Anexo L), cuyas características son:

- Interruptor diferencial Tipo: A;



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

- Marca: Siemens;
- Modelo: 5SM3 342-6KK01;
- N° fases: Tripolar + N;
- Corriente nominal: 25[A];
- Corriente de defecto: 30[mA];
- Tensión nominal: 400[V].

Por otra parte, debido a que el circuito de elementos eléctricos secundario se subdivide en varios circuitos monofásicos, que dependen del anterior interruptor diferencial, se seleccionara un interruptor termomagnético para cada uno de dichos circuitos monofásico, de manera tal que ante alguna falla solo quede fuera de uso el circuito que presente el problema.

Como se dijo anteriormente, las cargas están distribuidas equitativamente en cada una de las fases, las cuales están divididas en 6 derivaciones en total. A continuación se dan las características de la protección de la derivación con el mayor valor de corriente para evitar ser reiterativos.

Las características del interruptor termomagnético son:

- Interruptor Termomagnético Tipo: C;
- Marca: Moeller;
- Modelo: FAZT-C4/1N;
- N° fases: unipolar + N;
- Corriente Nominal: $I_n = 4[A]$;
- Tensión Nominal: $U_n = 240[V]$;
- Capacidad de ruptura: 25 [kA].

Para la selección de las protecciones de los cables, contra las corrientes de sobrecarga y cortocircuito se deben verificar las siguientes ecuaciones:

- Protección contra corrientes de sobrecarga:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (6.30)$$

$$I_2 \leq 1,45I_z \quad (6.31)$$

Siendo:



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

I_b = la corriente que es transportada.

I_n = lo que soporta la protección.

I_z = la que admite el cable.

I_2 = corriente convencional de funcionamiento (corriente que hace actuar a la protección en un tiempo determinado).

- Protección contra corrientes de cortocircuito:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2 \quad (6.32)$$

Cuando los dispositivos limitadores de la corriente tienen tiempos de apertura inferiores a 0,1s.

$$I \cdot \frac{\sqrt{t}}{K} \leq S \quad (6.33)$$

Cuando los dispositivos limitadores de la corriente tienen tiempos de apertura de 0,1s. y mayores, hasta 5 s.

Luego para el circuito de potencia sabemos que:

- $I_b = 3,12$ [A].
- $I_n = 4$ [A].
- $I_z = 21,5$ [A].
- $I_2 = 5,8$ [A].

Siendo:

$$I_2 = 1,45 \times I_n$$

La AEA establece que I_2 adquiere ese valor para cuando la protección es un interruptor automático conforme a EN 60898.

Procedemos a verificar la protección del cable mediante las Ec. (6.30) y (6.31), y (6.32):

Verificación a la sobrecarga:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$3,12[A] \leq 4[A] \leq 21,5[A]$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

$$I_2 = 1,3 I_n \leq 1,45 I_z \quad 5,8[A] \leq 31,18$$

Verificación al cortocircuito:

Luego para la verificación por cortocircuito la forma de la Ec. depende **puntualmente** del tipo de protección. En nuestro caso las protecciones son del tipo $t < 100$ ms. **Por lo tanto** la Ec. a utilizar es:

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$

$K=115$ (PVC y conductor de cobre)

$S=2,5 \text{ mm}^2$

$$K^2 \cdot S^2 \geq I^2 t$$

$$115^2 \times 2,5^2 \geq 10000$$

$$82656 > 10000$$

De esta forma esta mas que claro que el cable soportará la energía **que deja** pasar la protección.

6.2.3 Coordinación de aparataje

En el Anexo Q dispondremos de las curvas para verificar la **coordinación** de los aparatos de protección para los 3 circuitos que se fueron analizando en el **cálculo eléctrico**.

La coordinación se realizara entonces desde el tablero primario **hasta cada** uno de los circuitos terminales.



6.3 Diseño luminotécnico de la sala de maquinas

En primer lugar realizamos un esquema de la sala de máquinas (Figura (6.13)), en el cual adoptamos las alturas del plano de trabajo como 0 [m], ya que partimos del requerimiento de la Ordenanza Municipal N° 16589 que indica que el nivel mínimo de iluminación a nivel piso debe ser de 200 lux. Todo plano por encima del piso por lógica tendrá un mayor nivel de iluminación. Como método de cálculo se utilizó el método de las cavidades zonales que es más simple que el método del Flujo Luminoso.

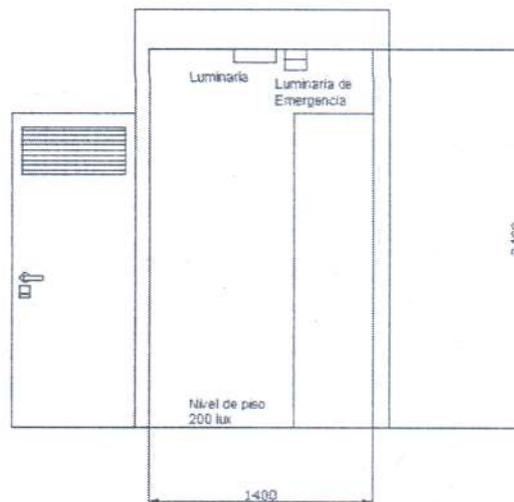


Figura (6.12) Vista lateral de sala de maquinas

En resumen:

- H1= 2,4[m];
- H2= 0[m];
- H3= 0[m];
- (a) Ancho del local=1,4 [m];
- (l) Largo del local= 2 [m].

Como primer paso calculamos los índices de cavidad k_1 , k_2 , y k_3 de acuerdo a las Ec. (6.34), (6.35) y (6.36):

$$k_1 = \frac{5 \times h_1 \times (a + l)}{a \times l} \quad (6.34)$$



$$k_2 = \frac{5 \times h_2 \times (a + l)}{a \times l} \quad (6.35)$$

$$k_3 = \frac{5 \times h_3 \times (a + l)}{a \times l} \quad (6.36)$$

Reemplazando los valores en las ecuaciones (6.34), (6.35) y (6.36), resulta:

$$k_1 = 14,57$$

$$k_2 = 0$$

$$k_3 = 0$$

Después de esto se procedió a hacer el cálculo de reflectancias de la cavidad local, utilizando la Tabla (6.12) que muestra los grados de reflexión según el color de la superficie:

Tabla (6.12) Grados de reflexión según el color de la superficie (Instalaciones I y II, Apunte "Luminotecnia", Ing. Ruben Ferreyra).

Color	Grado de reflexión p %	Material	Grado de reflexión p %
Bianco	70-85	Mezcla mortero claro	35-55
Placa acústica blanca	50-65	Mezcla mortero oscuro	20-30
Gris piedra	40-50	Hormigón claro	30-50
Gris oscuro	10-20	Hormigón oscuro	15-25
Negro	3-9	Piedra arenisca clara	30-40
Crema-amarillo claro	50-75	Piedra arenisca oscura	15-25
Amarillo marrón	30-40	Ladrillo claro	30-40
Marrón oscuro	10-20	Ladrillo oscuro	15-25
Rosa	45-55	Mármol blanco	60-70
Rojo claro	30-50	Granito	15-25
Rojo oscuro	10-20	Madera clara	30-50
Verde claro	45-65	Madera oscura	10-25
Verde oscuro	10-20	Aluminio mate	55-60
Celeste	45-55	Acero pulido	55-65
Azul oscuro	5-15	Zinc pulido	55

A modo de resumen, en la Tabla (6.13) se detallan los coeficientes de reflexión para los distintos elementos y colores que se encuentran en la sala de máquinas. Los mismos fueron hallados como el promedio del grado de reflexión. Cabe aclarar que la puerta está pintada de color amarillo para indicar precaución y que no pase desapercibida ante una emergencia, el armario que contiene el tablero de control y maniobra y la maquina propiamente dicha es de chapa pintada de color gris oscuro. El piso será de hormigón.



Tabla (6.13) Grados de reflexión sala de maquinas

Elemento	Coefficiente de reflexión ρ %
Pared blanca	75
Puerta	63
Tablero que aloja la máquina y el control	15
Hormigón	40

6.3.1 Iluminación de sala de maquinas

6.3.1.1 Cálculo de reflectancia cavidad 'local'

En primer lugar se calcularon las áreas que ocupan estos elementos en las distintas paredes en esta cavidad (Figura (6.13)), que como no existe ni frizo ni nivel de trabajo, será la única, y se muestran en la Tabla (6.14):

Tabla (6.14) Área de las distintas superficies

PARED	AREA [m ²]		
	BLANCO	PUERTA	TABLERO
1	3	1,8	-
2	3,36	-	-
3	2,6	-	2,2
4	3,36	-	-

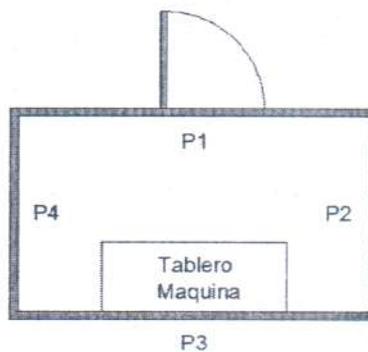




Figura (6.13) Vista superior de sala de maquinas

A continuación se calcularan la reflectancia de cada pared para luego hallar la reflectancia de las paredes de la cavidad del local:

Pared 1:

Área total: $2 \text{ m} \cdot 2,4 \text{ m} = 4,8 \text{ m}^2$

La reflectancia de la pared 1 se calculara mediante la Ec. (6.37):

$$\rho_{P1} = \frac{A_{\text{PUERTA AMARILLA}} \cdot \rho_{\text{AMARILLO}} + A_{\text{PARED BLANCA}} \cdot \rho_{\text{PARED BLANCA}}}{A_{\text{TOTAL}}} \quad (6.37)$$

Reemplazando los valores en la Ec. (6.37), resulta:

$$\rho_{P1} = \frac{1,8 \text{ m}^2 \cdot 0,63 + 3 \text{ m}^2 \cdot 0,75}{4,8 \text{ m}^2} = 0,705$$

Pared 2:

Área total: $1,4 \text{ m} \cdot 2,4 \text{ m} = 3,36 \text{ m}^2$

La reflectancia de la pared 2 se calculara mediante la Ec. (6.38):

$$\rho_{P2} = \frac{A_{\text{PARED BLANCA}} \cdot \rho_{\text{PARED BLANCA}}}{A_{\text{TOTAL}}} \quad (6.38)$$

Reemplazando los valores en la Ec. (6.38), resulta:

$$\rho_{P2} = \frac{3,36 \text{ m}^2 \cdot 0,75}{3,36 \text{ m}^2} = 0,75$$

Pared 3:

Área total: $2 \text{ m} \cdot 2,4 \text{ m} = 4,8 \text{ m}^2$

La reflectancia de la pared 3 se calculara mediante la Ec. (6.39):

$$\rho_{P3} = \frac{A_{\text{TABLERO}} \cdot \rho_{\text{GRIS}} + A_{\text{PARED BLANCA}} \cdot \rho_{\text{PARED BLANCA}}}{A_{\text{TOTAL}}} \quad (6.39)$$



Reemplazando los valores en la Ec.(6.39), resulta:

$$\rho_{P3} = \frac{2,2 \text{ m}^2 \cdot 0,15 + 2,6 \text{ m}^2 \cdot 0,75}{4,8 \text{ m}^2} = 0,475$$

Pared 4:

Área total: $1,4 \text{ m} \cdot 2,4 \text{ m} = 3,36 \text{ m}^2$

La reflectancia de la pared 4 se calculara mediante la Ec. (6.40):

$$\rho_{P4} = \frac{A_{PARED\ BLANCA} \cdot \rho_{PARED\ BLANCA}}{A_{TOTAL}} \quad (6.40)$$

Reemplazando los valores en la Ec. (6.40), resulta:

$$\rho_{P4} = \frac{3,36 \text{ m}^2 \cdot 0,75}{3,36 \text{ m}^2} = 0,75$$

Por último, la reflectancia de las paredes de la cavidad del local se **calcula** mediante la Ec. (6.41):

$$\rho_{PARED} = \rho_1 = \frac{(\rho_{P1} + \rho_{P3}) \cdot A_{TOTAL\ P1=P3} + (\rho_{P2} + \rho_{P4}) A_{TOTAL\ P2=P4}}{A_{total}} \quad (6.41)$$

Reemplazando los valores en la Ec. (6.41), resulta:

$$\rho_{PARED} = \rho_1 = \frac{(0,705 + 0,475) \cdot 4,8 \text{ m}^2 + (0,75 + 0,75) \cdot 3,36 \text{ m}^2}{16,32 \text{ m}^2} = 0,656$$

Reflectancia cavidad 'piso':

El coeficiente de reflectancia para esta superficie es de $\rho_3 = 0,4$ ya **que se consideró** que este es de Hormigón Claro.

Reflectancia cavidad 'techo':

Suponiendo que se utilizó pintura blanca, su coeficiente de reflectancia es de $\rho_2 = 0,75$.



Luego mediante la Tabla (6.15), y los valores de reflectancia calculados anteriormente, se procede a hallar el valor de reflectancia efectiva del techo:

Tabla (6.15) Reflectancias efectivas de cavidad superficie (Instalaciones I y II, Apunte "Luminotecnia", Ing. Ruben Ferreyra).

Reflectancia base (de techo) en %		90					80					70					60					50														
Reflectancia de las paredes en %		90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0
RELACION DE CAVIDAD	0,2	89	88	88	86	85	84	82	79	78	78	77	76	74	72	70	69	68	67	66	65	64	60	59	59	58	56	55	53	50	50	49	48	47	46	44
	0,4	88	87	86	84	81	79	76	79	77	76	74	72	70	68	69	68	67	65	63	61	58	60	59	59	57	54	52	50	50	49	48	47	45	44	42
	0,6	87	86	84	80	77	74	73	78	76	75	71	68	65	57	69	67	65	63	59	57	54	60	58	57	55	51	50	46	50	48	47	45	43	41	38
	0,8	87	85	82	77	73	69	67	78	75	73	69	65	61	57	68	66	64	60	56	53	50	59	57	56	54	48	46	43	50	48	47	44	40	38	36
	1,0	86	83	80	75	69	64	62	77	74	72	67	62	57	55	68	65	62	58	53	50	47	59	57	55	51	45	43	41	50	48	46	43	38	36	34
	1,5	85	80	76	68	61	55	51	75	72	68	61	54	49	46	67	62	59	54	46	42	40	59	55	52	46	40	37	34	50	47	45	40	34	31	26
	2,0	83	77	72	62	53	47	43	74	69	64	56	48	41	38	66	60	56	49	40	36	33	58	54	50	43	35	31	29	50	46	43	37	30	26	24
	2,5	82	75	68	57	47	40	36	73	67	61	51	42	35	32	65	60	54	45	36	31	29	58	53	47	39	30	25	23	50	46	41	35	27	22	21
	3,0	80	72	64	52	42	34	30	72	65	58	47	37	30	27	64	58	52	42	32	27	24	57	52	46	37	28	23	20	50	45	40	32	24	19	17
	3,5	79	70	61	48	37	31	26	71	63	55	43	33	26	24	63	57	50	38	29	23	21	57	50	44	35	25	20	17	50	44	39	30	22	17	15
4,0	77	69	58	44	33	25	22	70	61	53	40	30	22	20	63	55	48	26	26	20	17	57	49	42	32	23	18	14	50	44	38	28	20	15	12	
5,0	75	59	53	38	28	20	16	68	58	48	35	25	18	14	61	52	44	31	22	16	12	56	48	40	28	20	14	11	50	42	35	25	17	12	09	
6,0	73	61	49	34	24	16	11	66	55	44	31	22	15	10	60	51	41	28	19	13	09	55	45	37	25	17	11	07	50	42	34	23	15	10	06	
8,0	68	55	42	27	18	12	06	62	50	38	25	17	11	05	57	46	35	23	15	10	05	53	42	33	22	14	08	04	49	40	30	19	12	07	03	
10,0	65	51	36	22	15	09	04	59	46	33	21	14	08	03	55	43	31	19	12	08	03	51	39	29	18	11	07	02	47	37	27	17	10	06	02	
Reflectancia base (de techo) en %		40					30					20					10					0														
Reflectancia de las paredes en %		90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0
RELACION DE CAVIDAD	0,2	40	40	39	39	38	36	36	31	31	30	29	29	28	27	21	20	20	20	19	19	17	11	11	11	10	10	09	09	02	02	02	01	01	00	0
	0,4	41	40	39	38	36	34	34	31	31	30	29	28	26	25	22	21	20	20	19	18	16	12	11	11	11	10	09	08	04	03	03	02	01	00	0
	0,6	41	40	39	37	34	32	31	32	31	30	28	26	25	23	23	21	21	19	18	17	15	13	13	12	11	10	08	08	05	05	04	03	02	01	0
	0,8	41	40	38	36	33	31	29	32	31	30	28	25	23	22	24	22	21	19	18	16	14	15	14	13	11	10	08	07	07	06	05	04	02	01	0
	1,0	42	30	38	34	32	29	27	33	32	30	27	24	22	20	25	23	22	19	17	15	13	16	14	13	12	10	08	07	08	07	06	04	02	01	0
	1,5	42	39	37	32	28	24	22	34	33	30	25	22	18	17	26	24	22	18	16	13	11	18	16	15	12	10	07	06	11	10	08	06	03	01	0
	2,0	42	39	36	31	25	21	19	35	33	29	24	20	16	14	28	25	23	18	15	11	09	20	18	16	13	09	06	05	14	12	10	07	04	01	0
	2,5	43	39	35	29	23	18	12	36	32	29	24	18	14	12	29	26	23	18	14	10	08	22	20	17	13	09	05	04	16	14	12	08	05	02	0
	3,0	43	39	35	27	21	16	13	37	33	29	22	17	12	10	30	27	23	17	13	09	07	24	21	18	13	09	05	03	18	16	13	09	05	02	0
	3,5	44	39	34	26	20	14	12	38	33	29	21	15	10	09	32	27	23	17	12	08	05	26	22	19	13	09	05	03	20	17	15	10	05	02	0
4,0	44	38	33	25	18	12	10	38	33	28	21	14	09	07	33	28	23	17	11	07	07	27	23	20	14	09	04	02	22	18	15	10	05	02	0	
5,0	45	38	31	22	15	10	07	39	33	28	19	13	08	05	35	29	24	16	10	06	04	30	25	20	14	08	04	02	25	21	17	11	06	02	0	
6,0	44	37	30	20	13	08	05	39	33	27	18	11	06	04	36	30	24	16	10	05	02	31	25	21	14	08	03	01	27	23	18	12	06	02	0	
8,0	44	35	28	18	11	06	03	40	33	26	16	09	04	02	37	30	23	15	08	03	01	33	27	21	13	07	03	01	30	25	20	12	06	02	0	
10,0	43	34	25	15	08	05	02	40	32	24	14	08	03	01	37	29	22	13	07	03	01	34	28	21	12	07	02	01	31	28	20	12	06	02	0	

Teniendo en cuenta que las luminarias están adosadas al cielorraso la reflectancia efectiva del techo será igual a ρ_2 , es decir:

$$\rho_{2E} = \rho_2 = 75\%$$



En cuanto a ρ_{3E} :

- Reflectancia base de piso % = $\rho_3 = 40\%$;
- Reflectancia de las paredes en % = $\rho_{1-3} = 0\%$;
 - Relación de cavidad = $K_3 = 0$.

La Tabla (6.16), muestra todos los valores hallados de reflectancias:

Tabla (6.16) Valores de reflectancias

Reflectancias	%
ρp_1	70,5
ρp_2	75
ρp_3	47,5
ρp_4	75
ρ_1	0,656
ρ_2	75
ρ_3	40
ρ_{1-3}	0
ρ_{1-2}	0

El siguiente paso fue hallar el factor de utilización. Para esto se seleccionó una Tabla de luminaria apta para dos tubos fluorescentes de 40 W del tipo T8 de Philips, modelo TMR-P de carácter industrial. Si bien la luminaria seleccionada (Anexo R) no es exactamente la de la Tabla (6.17), se asemeja en gran parte.

De dicha Tabla se obtuvieron los siguientes valores:

- $\rho_1 = 65,6\% = 0,656$
- $\rho_{2E} = 75\% = 0,75$
- $\rho_{3E} = 36\% = 0,36$ (tomándose el índice mas bajo que es de 0,2, en nuestro caso es 0)
- $K_1 = 14,57$



Tabla (6.17) Coeficientes de utilización superficie (Instalaciones I y II, Apunte
"Luminotecnia", Ing. Ruben Ferreyra).

CAVIDADES ZONALES
LUMINARIA Nº 1 - 2 x 40 W. FLUORESCENTE
COEFICIENTES DE UTILIZACION

		REFLECTANCIA DE CAVIDAD DE CIELORRISO EN OJO ρ_{2E}				70				50				30				10			
		REFLECTANCIA DE PARED EN OJO ρ_1				70				50				30				10			
		RELACION CAVIDAD LOCAL K_s				COEFICIENTES DE UTILIZACION															
Espac. Luminarias = 0,4 Altura Montaje	1	.70	.68	.65	.64	.68	.66	.64	.62	.64	.62	.60	.61	.60	.59	.59	.58	.57			
	2	.65	.61	.57	.54	.63	.59	.56	.54	.57	.54	.52	.55	.53	.51	.53	.51	.45			
	3	.60	.54	.50	.46	.59	.53	.49	.46	.51	.48	.45	.50	.47	.44	.48	.46	.44			
	4	.55	.49	.44	.40	.54	.48	.43	.40	.46	.42	.39	.45	.41	.39	.44	.41	.38			
	5	.51	.44	.38	.34	.50	.43	.38	.34	.41	.37	.34	.40	.36	.34	.39	.36	.33			
	6	.47	.39	.34	.30	.46	.39	.34	.30	.37	.33	.30	.36	.33	.30	.36	.32	.29			
	7	.43	.35	.30	.27	.42	.35	.30	.26	.34	.29	.26	.33	.29	.26	.32	.29	.26			
	8	.40	.32	.27	.23	.39	.31	.26	.23	.30	.26	.23	.30	.26	.23	.29	.25	.23			
	9	.37	.29	.24	.20	.36	.28	.23	.19	.28	.23	.20	.27	.23	.20	.26	.22	.20			
	10	.34	.26	.21	.18	.33	.26	.21	.16	.25	.21	.18	.24	.20	.18	.24	.20	.17			
	Espac. Luminarias = 0,7 Altura Montaje	1	.70	.68	.66	.64	.69	.66	.64	.62	.64	.62	.61	.61	.60	.59	.59	.58	.57		
2		.65	.61	.57	.54	.64	.60	.56	.54	.58	.55	.52	.56	.53	.51	.54	.52	.45			
3		.60	.54	.50	.47	.59	.54	.50	.46	.52	.48	.46	.50	.47	.45	.49	.46	.44			
4		.56	.49	.45	.41	.55	.49	.44	.41	.47	.43	.40	.46	.42	.40	.44	.42	.39			
5		.52	.45	.39	.36	.50	.44	.39	.36	.43	.38	.35	.41	.38	.35	.40	.37	.35			
6		.48	.40	.35	.32	.47	.40	.35	.31	.38	.34	.31	.38	.34	.31	.37	.33	.30			
7		.44	.36	.31	.28	.43	.36	.31	.27	.35	.30	.27	.34	.30	.27	.33	.30	.27			
8		.41	.33	.28	.24	.40	.32	.28	.24	.32	.27	.24	.31	.27	.24	.30	.27	.24			
9		.38	.30	.25	.22	.37	.30	.25	.20	.29	.24	.21	.28	.24	.21	.28	.24	.21			
10		.35	.27	.22	.19	.35	.27	.22	.18	.26	.22	.19	.26	.22	.19	.25	.22	.19			
Espac. Luminarias = 1,0 Altura Montaje		1	.70	.68	.65	.64	.68	.66	.64	.62	.64	.62	.60	.61	.60	.59	.59	.58	.57		
	2	.65	.61	.58	.55	.64	.60	.57	.55	.58	.55	.53	.56	.54	.52	.54	.52	.46			
	3	.61	.55	.51	.48	.59	.54	.50	.47	.53	.49	.46	.51	.48	.46	.49	.47	.45			
	4	.56	.50	.45	.41	.55	.49	.45	.41	.47	.44	.41	.46	.43	.40	.45	.42	.40			
	5	.52	.45	.40	.37	.51	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.42	.38	.36	.41	.38	.35			
	6	.49	.41	.35	.33	.47	.41	.36	.32	.39	.35	.32	.38	.35	.32	.38	.34	.32			
	7	.45	.37	.32	.29	.44	.37	.32	.29	.36	.32	.29	.35	.31	.28	.34	.31	.28			
	8	.42	.34	.29	.26	.41	.34	.29	.26	.33	.29	.26	.32	.28	.25	.31	.28	.25			
	9	.39	.31	.26	.23	.38	.31	.26	.22	.30	.26	.23	.29	.26	.23	.29	.25	.22			
	10	.35	.28	.22	.19	.35	.27	.22	.18	.26	.22	.19	.26	.22	.19	.25	.22	.19			



Como no existe un valor de relación de cavidad de local tan alto como el que tenemos, adoptamos el valor de 10 que es el más alto de la Tabla entendiendo que las diferencias son acotadas. Nótese que se tomó una relación de Espacio entre Luminarias/Altura de montaje, de 1.

Como nuestros valores no coinciden precisamente con los brindados por la Tabla, se realizó una interpolación, que se detalla a continuación.

Primero se interpoló para tener en cuenta la diferencia de valores en cuanto a la reflectancia del techo. Se tomaron los valores de factores de utilización correspondientes a $\rho_2 = 0,80$ y $0,70$ (teniendo en cuenta que la reflectividad de las paredes esta entre un 70 y un 50 %) y se realizó un promedio de los coeficientes.

Es decir, se obtuvieron 0,35 y 0,275 para $K=10$ y una reflectancia de cielorraso de 75%.

Con estos valores se realizó el gráfico de la Figura (6.14):

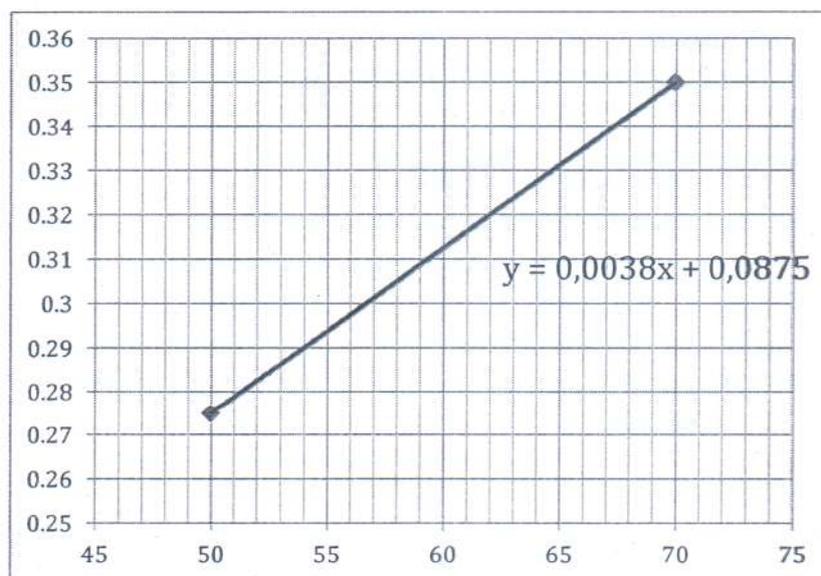


Figura (6.14) Grafico de interpolación

De aquí se obtuvo el valor de coeficiente de utilización que para un $K=10$ es de 0,3335.

En cuanto de reflectancia de las paredes y del piso, 0,75 y 0,36. Como la reflectancia del piso difiere de 20 % se la debe corregir con un factor de corrección, obtenida de la Tabla (6.18):



Tabla (6.18) Factores de corrección superficie (Instalaciones I y II, Apunte "Luminotecnia", Ing. Ruben Ferreyra).

ρ_{2L}	Reflectancia efectiva de cavidad ciclorsado en %	80			70			50			10		
ρ_1	Reflectancia de pared en %	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
K_L	Índice de cavidad local												
	1	1,08	1,08	1,07	1,07	1,06	1,06	1,05	1,04	1,04	1,01	1,01	1,01
	2	1,07	1,06	1,05	1,06	1,05	1,04	1,04	1,03	1,03	1,01	1,01	1,01
	3	1,05	1,04	1,03	1,05	1,04	1,03	1,03	1,03	1,02	1,01	1,01	1,01
	4	1,05	1,03	1,02	1,04	1,03	1,02	1,03	1,02	1,02	1,01	1,01	1,00
	5	1,04	1,03	1,02	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,00
	6	1,03	1,02	1,01	1,03	1,02	1,01	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,00
	7	1,03	1,02	1,01	1,03	1,02	1,01	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1,00
	8	1,03	1,02	1,01	1,03	1,02	1,01	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1,00
	9	1,02	1,01	1,01	1,02	1,01	1,01	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1,00
	10	1,02	1,01	1,01	1,02	1,01	1,01	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1,00

Como la reflectancia de la pared es del 65,6 % excede los valores de la Tabla que llegan hasta 50% incluso para una reflectancia de ciclorsado del 75%. Por tanto adoptamos el valor más alto que nos permite la Tabla para $K=10$, el mismo es de 1,02.

El factor de utilización corregido es ahora:

$$\mu = 0,3335 \times 1,02 = 0,34$$

Obtenidos todos los valores pasamos a calcular el N° de luminarias, de acuerdo a la Ec. (6.42), que harán falta para que se obtenga un valor de iluminancia de 200 lux a nivel de piso. Los datos técnicos del tubo de 36 W seleccionado se encuentran en el Anexo R.

$$N = \frac{E \times a \times l}{\phi_i \times \mu \times f_m} \quad (6.42)$$

Dónde:

- N Número de luminarias;
- E Iluminancia [lux];
- a Ancho del local [m];
- l Largo del local [m];
- ϕ_i Flujo de cada luminaria (en nuestro caso 2×3100 [Lm], ver Anexo R);
- f_m Factor de mantenimiento, para tener en cuenta la depreciación de la instalación;
- μ Coeficiente de utilización (relación entre el flujo que llega al plano de trabajo y el flujo emitido por la fuente luminosa).

Reemplazando los valores en la Ec. (6.42), resulta:



$$N = \frac{200 \times 1,4 \times 2}{2 \times 3100 \times 0,34 \times 0,8} = 0,33 \Rightarrow \mathbf{1 \text{ luminaria}}$$

Finalmente se entiende que colocando una luminaria con dos tubos fluorescentes de 3100 lm cada uno, se consigue un nivel de iluminancia muy superior al mínimo. No habría inconveniente en que funcione un solo tubo y aun así el valor a nivel de piso sería de 200 lux.

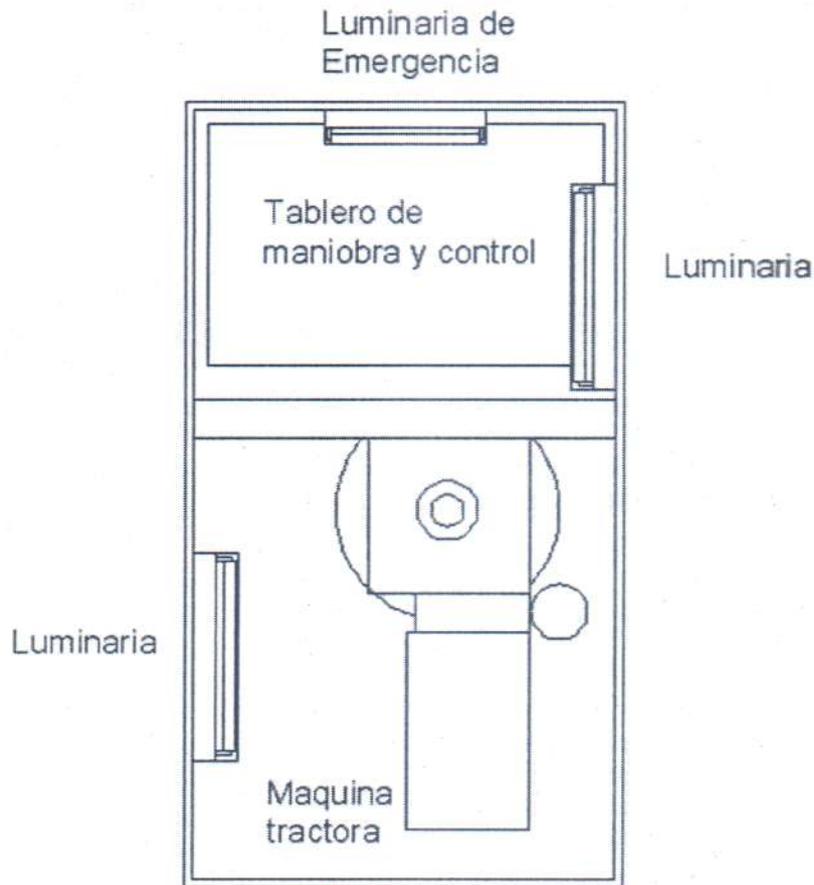
6.3.2 Iluminación de emergencia en sala de máquinas

De acuerdo a la Ordenanza Municipal N° 16589 debe existir una luminaria del tipo autónoma con encendido automático capaz de durar 1,5 hs luego de un corte de energía y manteniendo un nivel de al menos 10 lux sobre la máquina (ver Anexo R). Como se prevee la instalación de un artefacto de emergencia dentro del tablero que aloja la máquina por lo tanto se garantiza el nivel de 10 lux que es bastante bajo. El otro artefacto se instalará de acuerdo al plano (ver anexo O), adosado al techo de la sala de máquinas y permitirá una iluminación general y más uniforme en toda el área.

6.3.3 Iluminación dentro del tablero de control

Como la máquina tractora y el tablero de maniobra y control se alojan dentro de un mismo receptáculo (Figura (6.15)), se optó por instalar, además de la luminaria de sala de máquinas, un artefacto dentro de dicho lugar, capaz de generar una luz más enfocada sobre los órganos mecánicos y electrónicos. De esta forma se evitan sombras molestas a la hora de inspeccionar o trabajar en este "armario" y manteniendo siempre un adecuado nivel de iluminación sobre el plano de trabajo.

De la misma manera se procede para la instalación de una Luz de Emergencia que ante un corte de suministro eléctrico pueda alumbrar de una forma más puntual sobre el plano de trabajo, aprovechándose más que si estuviera alumbrando toda la sala de máquinas.



TABLERO CONTIENE MAQUINA TRACTORA
Y TABLERO DE MANIOBRA Y CONTROL

Figura (6.15) Iluminación en tablero de maniobra y control



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

6.4 Planos eléctricos de sala de máquinas , hueco y cabina

Finalmente en el Anexo O dispondremos de los planos eléctricos correspondientes a la sala de máquinas, cabina y hueco del ascensor, tales como un diagrama topológico, diagrama de borneras del control de maniobra, diagrama multifilar y unifilar.

De esta manera se podrá observar la disposición final del diseño eléctrico.



Evaluación económica y medioambiental

Impacto del proyecto al medio ambiente

Nuestro Proyecto desde el punto de vista Medio Ambiental no genera impacto alguno ya que reemplazaría a un ascensor existente en el mismo lugar físico y con los mismos propósitos aunque con avances en materia de seguridad.

La potencia de la maquina instalada es superior a la de la actual máquina pero con distinto sistema de arranque. Una es con contactores y una sola velocidad de marcha lo que obliga al motor a tener picos de consumo excesivos durante el arranque y variaciones bruscas al activar el freno y desconectar los contactores. El sistema de arranque utilizado en el proyecto es con un variador de velocidad que permite realizar variaciones de velocidad suaves, reduciendo así las fluctuaciones bruscas de la corriente. Esto desde un punto de vista ecológico no representaría un descenso del consumo final pero desde el punto de vista eléctrico es una solución directa sobre las instalaciones.

Con respecto a lo que es polución, el reductor de la maquina posee aceite de la misma forma que la actual máquina y su manejo requiere las mismas precauciones. No existen materiales que generen enfermedades por su propia naturaleza, como el asbesto, en ninguna de las partes.



Evaluación económica del proyecto:

La inversión económica para la realización del ascensor se detalla en el pliego que nos entregó el Departamento de Obras de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Allí se divide en dos partes, una que involucra el desmontado del coche antiguo y sus guías con el posterior armado de la maquina nueva, y otra que contempla las reformas civiles a realizar para adecuar el hueco a las medidas mínimas requeridas por el nuevo proyecto.

El renglón 1 (remoción y desarmado del equipo actual, instalación del equipo nuevo, puesta en funcionamiento) habla de una cifra de \$ 287550 (pesos argentinos).

El renglón 2 (adecuación del pasadizo a las medidas del proyecto nuevo) habla de una cifra de \$ 101570 (pesos argentinos).

Ambos costos se establecieron para el día 31 de Mayo de 2013 con un valor de:

\$5,28 (pesos argentinos)= 1 US\$ (dólares estadounidenses)

En la actualidad, Octubre de 2015, la relación es de:

\$9,51 (pesos argentinos)= 1 US\$ (dólares estadounidenses)

De esta manera el valor de las tareas a realizar en el renglón 1 sería en la actualidad de

\$ 517916,76 (pesos argentinos)

Y la del renglón 2:

\$ 182941,42 (pesos argentinos)

Un total de:

\$ 700858,18 (pesos argentinos)

Como existe una necesidad imperiosa de mejorar la accesibilidad y seguridad además de la habitabilidad del edificio, no se va a realizar un análisis de depreciación de la máquina ni tampoco un análisis del tiempo de amortización de la inversión. Es una instalación obligatoria en todo edificio público con plantas en distintos niveles y que no genera ganancia ni productividad alguna por lo que no es posible estudiar un tiempo de repago. Sería viable estudiar la depreciación quizás de la instalación pero a fin de cuentas tampoco es un bien que la Universidad de Mar del Plata vaya a vender transcurrido un tiempo. Se



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERIA

puede agregar el costo de mantenimiento que es obligatorio en todos los ascensores del país y que corre por cuenta únicamente de una empresa privada habilitada para tal fin.



CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES DEL TRABAJO:

De acuerdo a lo redactado en el capítulo de reseña histórica del ascensor, podemos decir que el ascensor fue el puntapié inicial para la gran revolución en la construcción de edificios de finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Las modernas y más resistentes estructuras de acero junto con evolucionadas mezclas de hormigón permitieron que año tras año el límite de altura fuera creciendo y de esta manera se le fuera dando forma a las principales metrópolis. Claro está que construir hacia arriba estaba incorporado pero un problema se hacía presente a la hora de seguir sumando pisos; de que forma llegaría la gente a los miradores de estos gigantes de cemento. Desde mediados de siglo XIX el ascensor había comenzado a instalarse en muchas propiedades, pero su rudimentaria tecnología, su escasa velocidad y la falta de seguridad sumada a un elevadísimo costo, hacía que solo fueran implementados por ricos y temerarios.

Con el perfeccionamiento del motor eléctrico a finales del siglo XIX y los controles electromecánicos, el ascensor se mejoró, se hizo más veloz y seguro y dejó de ser un juguete solo para las clases altas, para pasar a ser un medio de transporte rápido y seguro, agilizando los tiempos de vida y generando un dinamismo perfecto para las grandes urbes.

Pasaron los años, las tecnologías evolucionaron como también se fueron estandarizando, continuaron las mejoras hasta llegar al ascensor de la Facultad de Ingeniería de Mar del Plata. Con él nos encontramos 43 años después de instalado y con muchas inquietudes acerca de su capacidad, adecuación al tipo de edificio, etc. De hablarlo con profesores, particularmente con nuestros tutores, surgió el por qué para dar inicio a este trabajo y de que forma se podía plantear el desarrollo de un nuevo equipo realizando la menor cantidad de reformas edilicias. Teníamos en nuestras manos el problema, las ideas y las herramientas de Ingeniería solo había que gestionar la solución.

Se partió de un proyecto realizado por el Departamento de Obras de la Universidad Nacional de Mar del Plata en donde se detallaba cuales eran los requerimientos que el nuevo ascensor debiera cumplir para poder adecuarse a la normativa municipal vigente y a las necesidades del edificio. Nos encontramos entonces, con un ascensor que no esta apto para el uso en el establecimiento (la Facultad de Ingeniería es un edificio de carácter público y por tal, los requerimientos para el ascensor son otros), posee graves falencias en seguridad, no admite la llegada al 2° piso, imposible de transportar a un Usuario con Movilidad Reducida (U.M.R.) y otras deficiencias más propias de la obsolescencia misma del equipo y de la NO adecuación del mismo desde un primer momento.



Se priorizó los puntos mas importantes como la seguridad y el transporte de UMR pero se analizaron en general todos los aspectos que creemos, son los mas importantes. Como eje para el desarrollo mecánico de la nueva estructura y sistema de guiado, se tomó la Norma Europea EN 81-1, que consideramos de carácter muy conservador para definir los criterios de cálculo pero que engloba a los aspectos de la normativa local: la Ordenanza Municipal N° 16589. De esta forma se evitaría cumplir con una y faltar a la otra. Al ser el ascensor un producto tan masivo y estandarizado, apelamos en los aspectos constructivos al saber común de las empresas ascensoristas para entender porque se usan ciertas formas de perfiles o espesores de chapas. Es en ese momento en donde comenzamos a evaluar la estructura y sus partes a los esfuerzos que se presentan en un ascensor para poder decir que dimensiones y características debe tener el perfil o la chapa. Se separa el saber común del racionalismo.

Para la propulsión del elevador llegamos a una encrucijada. El saber común y la experiencia de los ascensoristas nos decía que el sistema hidráulico era el más apto y sencillo para instalar en esta situación; por el otro lado la Electricidad que una de las progenitoras de nuestra carrera nos obligaba de forma gustosa a la instalación de una maquina de tracción eléctrica. Se resolvió optar por una maquina de tracción eléctrica convencional, es decir grupo motor-reductor que contempla aspectos de la mecánica, y que a su vez es lo más estandarizado en este país aunque no lo mas moderno. Hubo que poner límites en algunos puntos que excedían el alcance de este trabajo final y que si bien son fundamentales eran una pieza más del rompecabezas. Detallamos en este Capítulo dedicado al cálculo eléctrico, lo que realmente consideramos importante para el funcionamiento de la máquina y aplicamos todo el conocimiento que nos dejaron las más importantes materias de Electricidad.

Consideramos muy importante para entender mejor nuestro accionar, adjuntar al final de este trabajo todos los folletos, catálogos, manuales e información que utilizamos para representar el fruto de los cálculos en un producto físico estándar. En definitiva la selección de lo que a nuestro juicio era lo más adecuado a las necesidades.

Consideramos que este trabajo es tan amplio como los temas de incumbencia del electromecánico, es por eso que creemos que cada tema que desarrollamos y evaluamos esta apto para poder ser abordado por cualquiera que quiera profundizar y realizar nuevas conjeturas. Cada punto, cada ítem, todos son dignos de un trabajo final, ese fue el parámetro para poder definir hasta donde llegar y dejar que otro tome la posta.

Nunca fue nuestra idea cuestionar a los responsables de la no adecuación del actual ascensor sino todo lo contrario, reunir todo lo que aprendimos, observamos y entendimos



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

de nuestros futuros colegas, para que dentro de unos años lo que HOY está en papel se convierta en realidad.



BIBLIOGRAFIA:

1. Ordenanza Municipal N° 16589. *Instalaciones de Transporte Vertical*, 2004.
Disponible en la web: <http://www.concejomdp.gov.ar/biblioteca/docs/o16589>
2. Norma UNE-EN 81-1. *Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores*, Noviembre de 2001.
3. Reglamentación de la AEA 90364-7-771. *Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles*, 2006.
4. FERREYRA RUBEN, Apuntes de cátedra *Instalaciones Eléctricas I, Instalaciones Eléctricas II*.
5. LASHERAS ESTEBAN, JOSE MARÍA. *Ascensores y Escaleras mecánicas*, Primera Edición año 1980.
6. BUDYNAS, RICHARD G. & NISBETT, J. KEITH. *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*, Octava Edición año 2008.
7. CHAPETTI, MIRCO D. *Mecánica de Materiales*, Marzo de 2005.
8. ULTRA ASCENSORES. *Ascensores Dangelica Sistema Ecotrack*. Disponible en la web: www.ascensoresdangelica.com
9. PFEIFER-DRAKO. *Elevator ropes*. Disponible en la web: www.pfeifer-drako.de/fileadmin/user_upload/DRAKO_doc/download/katalogue/Aufzugseile_Elevator-ropes-en.pdf
10. MP ASCENSORES. *Máquinas PM con reductor*. Disponible en la Web: www.macpuarsa.es/documentos/MECH00630/FTFTMECH0063300ES.pdf
11. PLECOR. Disponible en al web: www.plecor.com.ar
12. SIEMENS. *Motores Trifásicos de baja tensión con rotor de jaula 1LA y 1LG*, 2002.



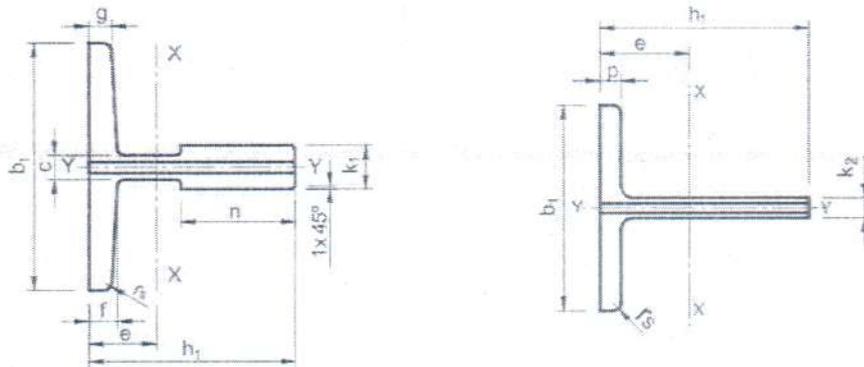
UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE INGENIERÍA

13. SCHNEIDER ELECTRIC. *Altivar LIFT Variable speed drives for synchronous and asynchronous motors (with or without encoders)*, Julio año 2010.
14. PRYSMIAN. *Cables y Accesorios para baja Tensión*, 2011.
15. DANGELICA. *CD 2203 Manual de Instalación V3F*, 2005.
16. FERMATOR. *Automatics doors for Lifts VVVF5*, 2013.
17. ABB. *Aparatos de Maniobra: Contactores y Relés de Sobrecarga*.
18. MOELLER. *Installations Products for Industrials Applications, Circuits Breakers FAZ-T*, 2010.
19. SIEMENS. *Aparatos diferenciales superresistentes y 3RV Motor Starter Protectors*, 2008.
20. SAVERA. *Guía Super*. Disponible en Web:
www.saveragroup.com/pdf/catalogos/GUIA%20SUPER_Rev.04.10.pdf
21. MURCIA GUILLERMO, Trabajo final *Esquema Unifilar de la instalación eléctrica de la Facultad de Ingeniería*, 2000.

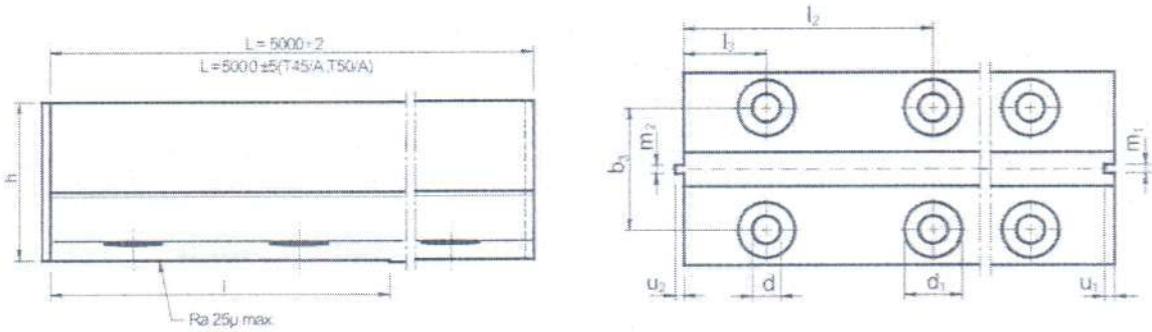
ANEXO A



Dimensiones y distancias entre agujeros, placas y tornillos / Dimensions and distance between holes, fishplates and bolts

		Distancia entre agujeros, placas y tornillos (mm) Distance between holes, fishplates and bolts (mm)									
		d	b ₂	b ₂ ± 0,20	l ₁ ⁺³ ₋₀	l ₂ ± 0,20	l ₃ ± 0,20	V	+	Tornillo	Arandela
		-							-	Bolt	Washer
Calibradas / Cold drawn	T45/A	9	50	25	160	65	15	8	M8X25	A-8	
	T50A	9	50	30	200	75	25	8	M8X25	A-8	
	T65/A	10,5	·	65	40	160	65	15	8	M10X25	A-10
	T70/A	13	26	70	42	250	105	25	10	M12x35	A-12
	T70-70-9/A	13	·	70	42	250	105	25	10	M12x35	A-12
	T75/A	13	26	70	42	250	105	25	10	M12x35	A-12
	T80-80-9/A	13	·	80	42	250	105	25	10	M12x35	A-12
	T82/A	13	26	80	50,8	216	81	27	10	M12x35	A-12
	T89/A	13	26	90	57,2	305	114,3	38,1	13	M12x40	A-12
	T90/A	13	26	90	57,2	305	114,3	38,1	13	M12x40	A-12
T125-1.1/A	17	33	130	79,4	305	114,3	38,1	18	M16x50	A-16	
Cepilladas / Machined	T75/B	13	26	70	42	250	105	25	10	M12x35	A-12
	T78/B	13	26	70	42	250	105	25	10	M12x35	A-12
	T82/B	13	26	80	50,8	216	81	27	10	M12x35	A-12
	T89/B	13	26	90	57,2	305	114,3	38,1	13	M12x40	A-12
	T90/B	13	26	90	57,2	305	114,3	38,1	13	M12x40	A-12
	T114/B	17	33	120	70	305	114,3	38,1	18	M16x50	A-16
	T125/B	17	33	130	79,4	305	114,3	38,1	18	M16x50	A-16
	T127-1/B	17	33	130	79,4	305	114,3	38,1	18	M16x50	A-16
	T127-2/B	17	33	130	79,4	305	114,3	38,1	18	M16x50	A-16
	T140-1/B	21	40	140	92,1	380	152,4	31,8	28	M20x70	A-20
T140-2/B	21	40	140	92,1	380	152,4	31,8	28	M20x70	A-20	
T140-3/B	21	40	140	92,1	380	152,4	31,8	38	M20x80	A-20	

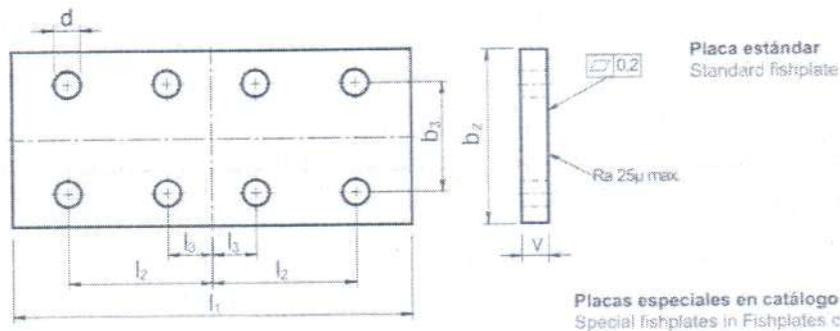
ANEXO A



ISO 7465:2007

Dimensiones (mm) Dimensions (mm)																						
	$b_1 \pm 1$	$h_1 \pm 0,20$								$p \pm 0,50$	r_s	m_1	m_2	$u_1 \pm 0,10$	$u_2 \pm 0,10$	Ets max. mm	Ets max. mm					
			$k_2 \pm 0,15$															$+0,06$ -0	$+0$ $-0,06$			
T45/A	45	45								5	1	2	1,97	2,5	2	3,5	0,7					
T50/A	50	50								5	1	2	1,97	2,5	2	3,5	0,7					
Calibradas / Cold drawn	$b_1 \pm 1,50$	$A \pm 0,10$ $B \pm 0,75$ h_1	$h \pm 0,08$	l	$+3$ -0	k_1	$+0,10$ -0	k_2	$+0,10$ -0	n	$+3$ -0	c	$g \pm 0,75$	$f \pm 0,75$	$p \pm 0,75$	r_s	$+0,06$ -0	$+0$ $-0,06$	$u_1 \pm 0,10$	$u_2 \pm 0,10$		
	T65/A	65	54	·	·	7,9	·	20	5	4	5,8	·	3	2	1,97	2,5	2	3,5	0,7			
	T70/A	70	65	·	·	9	·	34	6	6	8	·	1,5	3	2,97	3,5	3	2,5	0,5			
	T70-70-9/A	70	70	·	·	9	·	35	7,9	8,5	8,5	·	3	3	2,97	3,5	3	2,5	0,5			
	T75/A	75	62	·	·	10	·	30	8	7	9	·	1,5	3	2,97	3,5	3	2,5	0,5			
	T80-80-9/A	80	80	·	·	·	9	·	·	·	·	·	9	3	3	2,97	3,5	3	2,5	0,5		
	T82/A	82	68	·	·	9	·	34	7,5	6	8,25	·	3	3	2,97	3,5	3	2,5	0,5			
	T89/A	89	62	·	·	16	·	34	10	8	11	·	3	6,4	6,37	7,14	6,35	2,5	0,5			
	T90/A	90	75	·	·	16	·	42	10	8	10	·	4	6,4	6,37	7,14	6,35	2,5	0,5			
	T125-L1/A	125	68	·	·	·	9	·	·	6	8,25	·	3	3	2,97	3,5	3	2,5	0,5			
	Cepilladas / Machined	T75/B	75	62	61	138	10	·	30	8	7	9	·	3	3	2,97	3,5	3	2	0,4		
T78/B		78	56	55	138	10	·	26	7	6	8,5	·	2,5	3	2,97	3,5	3	2	0,4			
T82/B		82	68	66,6	111	9	·	34	7,5	6	8,25	·	3	3	2,97	3,5	3	2	0,4			
T89/B		89	62	61	156	16	·	34	10	8	11	·	3	6,4	6,37	7,14	6,35	1,75	0,35			
T90/B		90	75	74	156	16	·	42	10	8	10	·	4	6,4	6,37	7,14	6,35	1,75	0,35			
T114/B		114	89	88	156	16	·	38	9,5	8	11	·	4	6,4	6,37	7,14	6,35	1,5	0,3			
T125/B		125	82	81	156	16	·	42	10	9	12	·	4	6,4	6,37	7,14	6,35	1,5	0,3			
T127-1/B		127	89	88	156	16	·	45	10	8	11	·	4	6,4	6,37	7,14	6,35	1,5	0,3			
T127-2/B		127	89	88	156	16	·	51	10	12,7	15,9	·	5	6,4	6,37	7,14	6,35	1,5	0,3			
T140-1/B		140	108	107	193	19	·	51	12,7	12,7	15,9	·	5	6,4	6,37	7,14	6,35	1,5	0,3			
T140-2/B		140	102	101	193	28,6	·	51	17,5	14,5	17,5	·	5	6,4	6,37	7,14	6,35	1,5	0,3			
T140-3/B	140	127	126	193	31,75	·	57	19	17,5	25,4	·	5	6,4	6,37	7,14	6,35	1,5	0,3				

ANEXO A



ISO 7465:2007

Características Generales de las Guías General Characteristics of the Guide

Normas Standards	Características Mecánicas / Mechanical Characteristics			
	Carga de rotura Breaking point N/mm ²	Límite elástico Yield point N/mm ² min.	Alargamiento Elongation % min.	
ISO 7465				
UNI 7465				
ANSI A 17-1				
BS 5655				
DIN 15311				
JIS				
AFNOR NF P 82/251				
	Calibradas hongo >5mm ≤ 8mm Cold drawn blade >5mm ≤ 8mm (EN 10277-2)	470 - 840	355	8
	Calibradas hongo >8mm ≤ 10mm Cold drawn blade >8mm ≤ 10mm (EN 10277-2)	470 - 840	355	12
	Calibradas hongo >10mm ≤ 16mm Cold drawn blade >10mm ≤ 16mm (EN 10277-2)	420 - 710	300	12
	Cepilladas hongo ≤ 16mm Blade ≤ 16mm	410 - 520	275	22
	Cepilladas hongo >16mm Blade >16mm	410 - 520	265	22

Pesos (kg) y Empaquetado / Weights (kg) and Packing

Código Code	Peso/guía Weight/guide	Peso/guía con embalaje Weight/packed guide	Peso/guía con accesorios y embalaje Weight/packed guide and accessories	N° guías/ paquete No. of guides per bundle	N° guías por contenedor de 20 pies No. of guides per 20ft container	
					Con accesorios With accessories	Sin accesorios Without accessories
T45/A	16,7	16,91	17,74	48	1200	1248
T50/A	18,85	18,89	19,75	42	1092	1134
T65/A	24,5	24,92	25,81	24	816	854
T70/A	36,90	37,40	39,38	20	540	560
T70-70-9/A	44,15	44,85	46,72	20	460	480
T75/A	42,82	43,32	45,39	20	460	480
T80-80-9/A	53,25	53,75	55,92	20	380	400
T82/A	42,82	43,32	45,32	20	460	480
T89/A	61,9	62,53	66,27	16	320	336
T90/A	67,7	68,33	72,07	16	288	304
T125-L1/A	56,45	57,45	64,73	10	330	370
T75/B	42,82	43,32	45,39	20	460	480
T78/B	38,65	39,15	41,22	20	520	540
T82/B	42,82	43,32	45,32	20	460	480
T89/B	61,9	62,53	66,27	16	320	336
T90/B	67,7	68,33	72,07	16	288	304
T114/B	82	83	89,8	10	240	260
T125/B	89,55	90,55	97,83	10	220	230
T127-1/B	89,25	90,25	97,53	10	220	240
T127-2/B	112,75	113,75	121,03	10	170	190
T140-1/B	137,95	139,95	153,13	5	135	150
T140-2/B	169,6	171,6	184,78	5	115	125
T140-3/B	225,75	227,75	243,57	5	65	90

		Características técnicas Technical Characteristics								
		Sección	Peso	e	I _{xx}	W _{xx}	I _{xx}	I _{yy}	W _{yy}	I _{yy}
		Section	Weight	cm	cm 4	cm 3	cm	cm 4	cm 3	cm
		cm 2	kg/m							
Calibradas / Cold drawn	T45/A	4,25	3,34	1,31	8,08	2,53	1,38	3,84	1,71	0,95
	T50/A	4,75	3,73	1,43	11,24	3,15	1,54	5,25	2,1	1,05
	T65/A	6,24	4,9	1,71	20,09	5,44	1,79	10,92	3,36	1,32
	T70/A	9,4	7,379	2,034	40,95	9,169	2,067	18,66	5,389	1,417
	T70-70-9/A	11,25	8,83	2,11	52,81	10,79	2,16	24,62	7,02	1,48
	T75/A	10,91	8,564	1,861	40,29	9,286	1,921	26,47	7,06	1,557
	T80-80-9/A	13,56	10,65	2,32	80,2	14,21	2,44	38,83	9,7	1,69
	T82/A	10,91	8,564	1,998	49,31	10,27	2,126	30,17	7,358	1,663
	T89/A	15,77	12,38	2,032	59,83	14,35	1,948	52,41	11,78	1,823
	T90/A	17,25	13,54	2,612	102	20,86	2,431	52,48	11,66	1,744
	T125-L1/A	14,39	11,29	1,65	56,46	10,97	1,98	107,86	17,26	2,74
	Cepilladas / Machined	T75/B	10,91	8,564	1,861	40,29	9,286	1,921	26,47	7,06
T78/B		9,847	7,73	1,645	29,92	7,564	1,743	26,39	6,766	1,637
T82/B		10,91	8,564	1,998	49,31	10,27	2,126	30,17	7,358	1,663
T89/B		15,77	12,38	2,032	59,83	14,35	1,948	52,41	11,78	1,823
T90/B		17,25	13,54	2,612	102	20,86	2,431	52,48	11,66	1,744
T114/B		20,89	16,4	2,865	179,3	29,7	2,93	108,6	19,05	2,28
T125/B		22,82	17,91	2,43	151	26,16	2,572	159,1	25,46	2,641
T127-1/B		22,74	17,85	2,77	187,9	30,65	3,065	149,9	23,61	2,361
T127-2/B		28,72	22,55	2,478	201,7	31,17	2,64	229,9	36,2	2,829
T140-1/B		35,15	27,59	3,236	403,3	53,32	3,387	309,7	44,24	2,968
T140-2/B		43,21	33,92	3,484	456,7	68,01	3,251	358,2	51,18	2,879
T140-3/B		57,52	45,15	4,418	947,5	114,4	4,059	466,7	66,67	2,848

Ropes for Traction Drive Elevators DRAKO 8 x 19 – FC 8-Strand Suspension Ropes

With natural fibre core, Sisal

Characteristics preformed, prestretched (medium), bright, right hand, ordinary lay. Lang lay on request

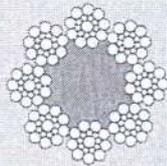
Rope grades available 1570 and 1370/1770

Elastic Elongation⁽¹⁾ ≤ 0.20%

Permanent Elongation⁽²⁾ ≤ 0.40%

Rope diameter tolerance see page 6

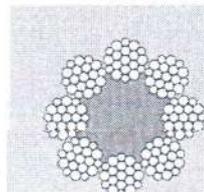
Technical Data



8 x 19S – FC

DRAKO 8 x 19 S – FC

Nominal Rope diameter mm	Minimum breaking strength F_{min} 1570 and 1370/1770 kN	Length mass approx. kg/100 m	Metallic cross-section approx. mm ²
8	30.4	21.5	22.5
9	36.4	27.3	28.4
9.5	42.6	30.4	31.7
10	47.4	33.7	35.1
11	57.4	40.7	42.5
12	68.3	48.5	50.6
13	80.2	56.9	59.3
14	93.0	66.0	68.8
15	107	75.7	79.0
15.5	114	80.8	84.4
16	121	86.1	89.9
18	154	109	114
19	171	121	127

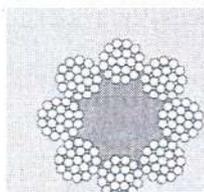


8 x 19W – FC

DRAKO 8 x 19 W – FC

8	31.6	22.2	23.4
9*	40.0	28.1	29.6
10	49.4	34.7	36.5
11	59.7	42.0	44.2
12	71.1	50.0	52.6
13	83.4	58.6	61.7
16	126	88.8	93.5

* no stock material



8 x 25F – FC

DRAKO 8 x 25 F – FC

13*	84.4	58.9	62.5
15*	112	78.4	83.3
16*	126	89.2	94.7
18*	162	113	120
19*	180	126	134

* no stock material



FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO

MECANIZADOS **Máquina PM**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS (Prestaciones válidas para una configuración de ascensor con descompensación del 50% de la carga útil).

Tipo	Carga (kg)	Volante Nº	Modelo PM				3er Apoyo	Reducción	Motor				Peso (kg)
			Polea		Pot. (C.V.)	Velocidad (r.p.m.)			Frec. (Hz)	Polos	Motor		
			Velocidad (m/s)	Ø Primitivo (mm)									
606.H24S	450	1	0.63	400	NO	1 / 50	4.5	1500	50	4	VF	243	
607.H24M	450	1	0.75	480	NO	1 / 50	5.5	1500	50	4	VF	263	
607.H24SC	450	1	0.75	400	NO	1 / 50	5.5	1800	60	4	VF	258	
608.H24M	450	1	0.8	480	NO	1 / 47	5.5	1500	50	4	VF	260	
610.H24M	450	1	1	480	NO	1 / 37	7.5	1500	50	4	VF	270	
610.H24SC	450	1	1	400	NO	1 / 37	7.5	1800	60	4	VF	258	
610.H24L	450	1	1	600	NO	1 / 47	7.5	1500	50	4	VF	275	
612.H24MC	450	1	1.2	480	NO	1 / 37	7.5	1800	60	4	VF	270	
616.H24M	450	1	1.6	480	SI	2 / 47	9.5	1500	50	4	VF	377	
616.H24SC	450	1	1.6	400	SI	2 / 47	9.5	1800	60	4	VF	365	
806.H24S	630	1	0.63	400	SI	1 / 50	7.5	1500	50	4	VF	258	
807.H24M	630	1	0.75	480	SI	1 / 50	7.5	1500	50	4	VF	275	
807.H24SC	630	1	0.75	400	SI	1 / 50	7.5	1800	60	4	VF	258	
808.H24M	630	1	0.8	480	SI	1 / 47	7.5	1500	50	4	VF	276	
810.H24M	630	1	1	480	SI	1 / 37	9.5	1500	50	4	VF	285	
810.H24SC	630	1	1	400	SI	1 / 37	9.5	1800	60	4	VF	265	
812.H24MC	630	1	1.2	480	SI	1 / 37	12	1800	60	4	VF	291	
816.H24M	630	1	1.6	480	SI	2 / 47	14	1500	50	4	VF	296	
606.H24S	450	3	0.63 / 0.15	400	NO	1 / 50	4.5	1500 / 375	50	4 / 16	2V	243	
607.H24M	450	3	0.75 / 0.18	480	NO	1 / 50	5.5	1500 / 375	50	4 / 16	2V	278	
607.H24SC	450	3	0.75 / 0.18	400	NO	1 / 50	5.5	1800 / 450	60	4 / 16	2V	266	
608.H24M	450	3	0.8 / 0.2	480	NO	1 / 47	5.5	1500 / 375	50	4 / 16	2V	278	
610.H24M	450	4	1 / 0.25	480	NO	1 / 37	7.5	1500 / 375	50	4 / 16	2V	296	
610.H24SC	450	4	1 / 0.25	400	NO	1 / 37	7.5	1800 / 450	60	4 / 16	2V	285	
610.H24L	450	4	1 / 0.25	600	NO	1 / 47	7.5	1500 / 375	50	4 / 16	2V	300	
806.H24S	630	4	0.63 / 0.15	400	SI	1 / 50	7.5	1500 / 375	50	4 / 16	2V	285	
807.H24M	630	4	0.75 / 0.18	480	SI	1 / 50	7.5	1500 / 375	50	4 / 16	2V	300	
807.H24SC	630	4	0.75 / 0.18	400	SI	1 / 50	7.5	1800 / 450	60	4 / 16	2V	285	
808.H24M	630	4	0.8 / 0.2	480	SI	1 / 47	7.5	1500 / 375	50	4 / 16	2V	300	
810.H24M	630	5	1 / 0.25	480	SI	1 / 37	9.5	1500 / 375	50	4 / 16	2V	313	
810.H24SC	630	5	1 / 0.25	400	SI	1 / 37	9.5	1800 / 450	60	4 / 16	2V	295	

*1) Peso correspondiente a la máquina sin banco y sin silleta (3er apoyo).

Las máquinas con motores de 50 Hz y VF pueden utilizarse en instalaciones con red eléctrica de 60 Hz. Al disponer de variador de frecuencia, puede ajustarse siempre sobre la máquina de 50 Hz.

MÁQUINA DISEÑADA Y VALIDADA DE ACUERDO A LA DIRECTIVA 95 / 16 / CE

- Carga estática máxima: 2500 Kg (Sin 3º Apoyo) y 3000 Kg (Con 3º Apoyo)
- Tensión estándar: 380V (Otras tensiones bajo pedido)
- Para tiro lateral ó vertical (Máquina abajo): Máquina con 3º apoyo. Bancada especial. Tornillería Fijación: 4 x M16 Calidad 12.9. Carga estática máxima: 2500 Kg

• Recorrido/Velocidad ≤ 45s

GENERALIDADES

- Máquina muy compacta: hasta 630 Kg y 1.6 m/s.
- Versatilidad de montaje: de mano izquierda y derecha con idéntica robustez.
- Rodamientos autolubricados en ejes sinfin y corona.
- Encóder industrial : 3000 impulsos/Vuelta.
- Tensión de freno 48, 60, 110 ó 190V.
- Motores: 2V y VF.
- Caja de bombes con registrero.
- Llantia de polea desmontable (no para polea Ø500).
- Silleta con rodamiento basculante.
- Bancadas con apoyos regulables en altura.
- Garganta polea semicircular desfondada (β=95º, γ=35º). Posibilidad de otros perfiles: Trapecial en V desfondada / Trapecial en V.
- Cadena compensación, se colocará. Motor 2 velocidades: Para recorrido ≥ 25m, Motor VF: Para recorrido ≥ 15m (Con control escaler). Para recorrido ≥ 25m (Con control vectorial).
- Composición Cable:
 - Cable 6x19+1 Seale alma textil (ISO 4344)
 - Cable 8x19+1 Seale alma textil (ISO 4344)
 - Cable 8x19+1 Seale alma metálica (DIN 3061)

ANEXO C



FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO

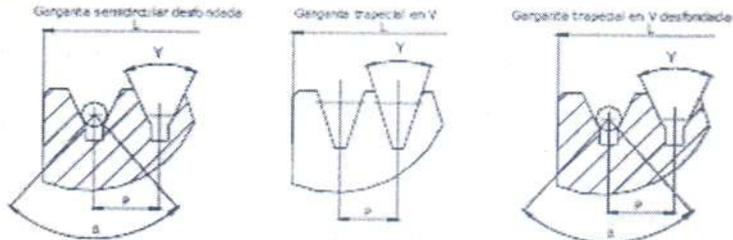
MECANIZADOS **Máquina PM**

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):

Ø Polea (mm)	Ancho L (mm)	POLEAS TRACTORAS									
		Ø Cable 8, 9, 10mm			Ø Cable 11, 12mm		Ø Cable 13mm		Ø Cable 14, 15mm		
		P=15mm	P=18mm	P=21mm	P=18mm	P=21mm	P=21mm	P=21mm	P=21mm	P=21mm	
Ø400	100	6	5	4							Nº Cables máx
Ø480	72	4	3	3	3	3					
	100	6	5	4	5	4					
Ø600	72	4	3	3	3	2	3	3	3		

• Codificación poleas tractoras para la realización de la toma de pedido:

Ejemplo	M	R	S	S	T	05	L
MÁQUINA							
M: Máquina PM							
PASO P							
R: 15mm S: 18mm T: 21mm							
Nº CABLES							
Z: 2 Cables 3: 3 Cables 4: 4 Cables 5: 5 Cables 6: 6 Cables							
Ø CABLE (mm)							
Ø: 05 9: 09 0: 010 1: 011 2: 012 3: 013 4: 014 5: 015							
TIPO GARGANTA							
S: Semicircular desfondada T: Trapecial en V desfondada V: Trapecial en V							
ÁNGULO β							
85: β=85° 86: β=86° 87: β=87° 88: β=88° 89: β=89° 90: β=90° 91: β=91° 92: β=92°							
93: β=93° 94: β=94° 95: β=95° 96: β=96° 97: β=97° 98: β=98° 99: β=99° 00: β=100°							
01: β=101° 02: β=102° 03: β=103° 04: β=104° 05: β=105° 06: β=106° XX: Garganta trapecial en V							
ÁNGULO γ (Semicircular desfondada: γ=25°-40° Trapecial en V desfondada: γ=35°-40° Trapecial en V: γ=35°-40°)							
A: γ=25° B: γ=26° C: γ=27° D: γ=28° E: γ=29° F: γ=30° G: γ=31° H: γ=32°							
I: γ=33° J: γ=34° K: γ=35° L: γ=36° M: γ=37° N: γ=38° O: γ=39° P: γ=40°							

CARACTERÍSTICAS POLEAS DE DESVIO

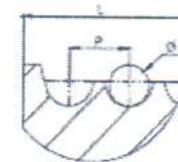
• Polea Ø400.

• Nº de cables y diámetros de cable, en función del ancho de la polea y del paso (cota P):

Ancho L (mm)	Ø Cable 8, 9, 10mm			Nº Cables máx
	Paso = 15mm	Paso = 18mm	Paso = 21mm	
88	4	3	3	
96	6	5	4	

• Codificación poleas de desvío para la realización de la toma de pedido:

Ejemplo	DE	68	S	2	09
POLEA DESVÍO: DE					
ANCHO L (ANCHO POLEA)					
68: 68mm 88: 88mm					
PASO P					
R: 15mm S: 18mm T: 21mm					
Nº CABLES					
Z: 2 Cables 3: 3 Cables 4: 4 Cables 5: 5 Cables 6: 6 Cables					
Ø CABLE (Ø)					
Ø8: 08mm Ø9: 09mm 10: 010mm					





FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO

MECANIZADOS **Máquina PM**

VENTILADOR

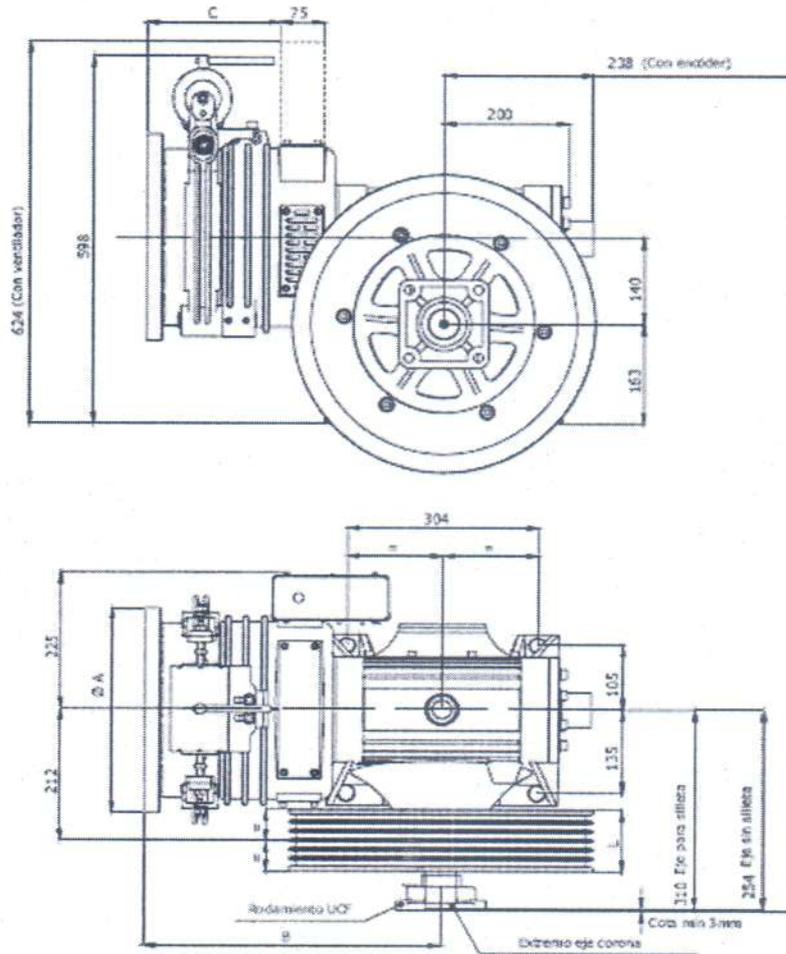
		Arranque/Hora sin Ventilador (máximo)	Arranque/Hora con Ventilador (máximo)
Máquina 2V		60	120
Máquina VF	Control Escalar	120	180
	Control Vectorial	180	220

Si durante el mantenimiento el motor tiene que funcionar a velocidad lenta durante un periodo prolongado, aproximadamente superior a 1 minuto, deberá llevar siempre ventilador.

DIMENSIONES, VOLUMEN Y PESO DEL EMBALAJE

Con bancada estándar : 1020 x 920 x 970mm 910 litros 30 kg
 Con bancada de desvío : 1335 x 920 x 945mm 1160 litros 38 kg

DIMENSIONES DE LA MÁQUINA



	Volante N°1	Volante N°3	Volante N°4	Volante N°5
A (mm)	335	360	360	378
B (mm)	409	505	516	526
C (mm)	223	246	257	257

Ancho Polea	
L (mm)	72 100

ANEXO D

El fabricante de chapa plegada PLECOR suministra al cliente un software online que sirve básicamente como catálogo. Se deberá ingresar el tipo de perfil utilizado y las dimensiones requeridas para que dicho software reenvíe los valores esenciales de cada tipo de chapa, ya sea momentos de inercia, peso, entre otros. A modo de ejemplo se ingresa los datos de una de las chapas plegadas de perfil C de 3/16'' utilizadas en el proyecto.



Inicio
Empresa
Servicios
Corte láser
Trabajos
Asistencia
ISO 9001
Contacto
Atención Clientes

Asistencia técnica: Cálculo de momentos y módulos de perfiles

Ofrecemos una herramienta on-line para la selección, cálculo de momentos de inercia y modulo resistente de distintos perfiles de chapa plegada según sus dimensiones. Estos cálculos se basan en las propiedades geométricas de las secciones.
(Por favor tenga presente que los valores resultantes son aproximados. Para cálculos más precisos, recurrir a las fórmulas y tablas provistas por manuales específicos)

Selección de perfil



Cálculo de momentos



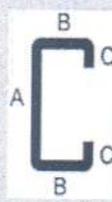
Tablas de propiedades



Tablas de herramientas



Perfil elegido:



Tipo de perfil a calcular:



Momentos y propiedades resistentes:

Jx momento de inercia s/X

Wx módulo resistente s/X

Jy momento de inercia s/Y

Wy módulo resistente s/Y

No se consideran radios de plegado (Rp = 0).

Chapa a utilizar:

Características de la chapa:

Espesor (en mm):

Peso por metro cuadrado (en Kg):

Dimensiones del perfil a calcular:

Alma [A] (en mm):

Ala [B] (en mm):

Diente [C] (en mm):

Sección y Peso:

F sección

P peso / metro

Para mayor información ingresar: <http://www.plec.com.ar/asistencia-tecnica/index.php>

Motores 1LA con rotor de jaula

Tablas de selección

Potencia nominal	Tamaño	Tipo	Valores de servicio a potencia nominal					Relación entre			Clase	Momento de inercia J	Peso
			Velocidad nominal	Rendimiento η	Factor de potencia $\cos \phi$	Corriente nominal a 400 V	Par nominal	Par de arranque y par nominal de giro	Corriente de arranque y corriente nominal	Par máximo y par nominal de giro			
kW		Complementos del tipo para tensión y forma constructiva en la tabla a pie de página	rpm	%	A	Nm				CL	kg m ²	Forma const. IMB3	
1500 rpm, 4 polos, 50 Hz													
0,06	56 M	1LA7 050-4AB..	1350	56	0,77	0,20	0,42	1,9	2,6	1,9	13	0,00027	3,0
0,09		1LA7 053-4AB..	1350	58	0,77	0,29	0,63	1,9	2,6	1,9	13	0,00027	3,0
0,12	63 M	1LA7 060-4AB..	1350	55	0,75	0,42	0,84	1,9	2,8	2,0	13	0,0003	3,5
0,18		1LA7 063-4AB..	1350	60	0,77	0,56	1,3	1,9	3,0	1,9	13	0,0004	4,1
0,25	71 M	1LA7 070-4AB..	1350	60	0,79	0,76	1,8	1,9	3,0	1,9	13	0,0006	4,8
0,37		1LA7 073-4AB..	1370	65	0,8	1,03	2,5	1,9	3,3	2,1	13	0,0008	6,0
0,55	80 M	1LA7 080-4AA..	1395	67	0,82	1,45	3,7	2,2	3,9	2,2	16	0,0015	8,0
0,75		1LA7 083-4AA..	1395	72	0,81	1,96	5,1	2,3	4,2	2,3	16	0,0018	9,4
1,1	90 S	1LA7 090-4AA..	1415	77	0,81	2,55	7,4	2,3	4,6	2,4	16	0,0029	12,3
1,5	90 L	1LA7 096-4AA..	1420	79	0,81	3,4	10	2,4	5,3	2,6	16	0,0035	15,6
2,2	100 L	1LA7 106-4AA..	1420	82	0,82	4,7	15	2,5	5,6	2,8	16	0,0048	22
3		1LA7 107-4AA..	1420	83	0,82	6,4	20	2,7	5,6	3,0	16	0,0058	25
4	112 M	1LA7 113-4AA..	1440	85	0,83	8,2	27	2,7	6,0	3,0	16	0,011	31
5,5	132 S	1LA7 130-4AA..	1455	86	0,81	11,4	36	2,5	6,3	3,1	16	0,018	43
7,5	132 M	1LA7 133-4AA..	1455	87	0,82	15,2	49	2,7	6,7	3,2	16	0,024	49
11	160 M	1LA7 163-4AA..	1460	88,5	0,84	21,5	72	2,2	6,2	2,7	16	0,040	66
15	160 L	1LA7 166-4AA..	1460	90,0	0,84	28,5	98	2,6	6,5	3,0	16	0,052	93
18,5	180 M	1LG4 183-4AA..	1465	90,4	0,84	35 1/2	121	2,4	6,8	3,1	16	0,10	140
22	180 L	1LG4 186-4AA..	1465	90,8	0,84	41,5 1/2	143	2,5	6,9	3,2	16	0,12	155
30	200 L	1LG4 207-4AA..	1465	91,6	0,85	56	196	2,5	6,9	3,4	16	0,19	210
37	225 S	1LG4 220-4AA..	1475	92,2	0,85	68 1/2	240	2,5	6,9	3,0	16	0,35	275
45	225 M	1LG4 223-4AA..	1475	93,1	0,85	81 1/2	291	2,6	7,2	3,2	16	0,52	300
55	250 M	1LG4 253-4AA..	1480	93,3	0,85	100	355	2,5	6,3	2,8	16	0,69	390
75	280 S	1LG4 280-4AA..	1485	94,2	0,85	136	482	2,5	7,4	3,0	16	1,29	520
90	280 M	1LG4 283-4AA..	1485	94,6	0,85	160 1/2	579	2,5	7,4	3,0	16	1,47	565
110	315 S	1LG4 310-4AA..	1486	94,5	0,84	200	707	2,6	6,5	2,8	16	2,00	700
132	315 M	1LG4 313-4AA..	1486	94,8	0,85	235 1/2	848	2,8	6,9	3,1	16	2,46	775
160	315 L	1LG4 316-4AA..	1486	95,4	0,85	280	1029	2,8	6,8	2,7	16	3,01	955
200	315 L	1LG4 317-4AA..	1486	95,7	0,88	345	1285	2,8	7,0	2,7	16	3,91	1050
250	315	1LA8 315-4AB..	1488	96,0	0,88	425	1600	1,9	6,5	2,8	13	3,6	1300
315		1LA8 317-4AB..	1488	96,3	0,88	540	2020	2,0	6,8	2,9	13	4,4	1500
355	355	1LA8 353-4AB..	1488	96,3	0,87	610	2280	2,1	6,5	2,6	13	6,1	1900
400		1LA8 355-4AB..	1488	96,4	0,87	690	2570	2,1	6,5	2,6	13	6,8	2000
500		1LA8 357-4AB..	1488	96,8	0,88	850	3210	2,1	6,5	2,4	13	8,5	2200
560	400	1LA8 403-4AB..	1432	96,8	0,88	950	3580	1,9	6,5	2,7	13	13	2800
630		1LA8 405-4AB..	1432	97,0	0,88	1060	4030	1,9	6,8	2,7	13	14	3000
710		1LA8 407-4AB..	1432	97,0	0,89	690	4540	1,9	6,8	2,7	13	16	3200
800	450	1LA8 453-4AC..	1432	97,0	0,88	780	5120	1,6	7,0	2,6	10	23	4000
900		1LA8 455-4AC..	1432	97,1	0,88	880	5760	1,6	7,0	2,6	10	25	4200
1000		1LA8 457-4AC..	1432	97,1	0,89	970	6400	1,7	7,0	2,6	10	28	4400

Product data sheet
Characteristics

ATV71LD14N4Z

variable speed drive ATVLift - 5.5 kW 7.5 Hp -
480 V - EMC filter - with heat sink



Main

Range of product	Altivar Lift
Product or component type	Variable speed drive
Device short name	ATV71
Product destination	Asynchronous motors Synchronous motors
Product specific application	Lift
Assembly style	With heat sink
Variant	With integrated 7-segment display terminal
EMC filter	Integrated
Network number of phases	3 phases
[Us] rated supply voltage	380...480 V (- 15...10 %)
Supply voltage limits	323...528 V
Supply frequency	50...60 Hz (- 5...5 %)
Network frequency	47.5...63 Hz
Motor power kW	5.5 kW 3 phases 380...480 V
Motor power hp	7.5 hp 3 phases 380...480 V
Line current	20.3 A for 380 V, 3 phases / 5.5 kW / 7.5 hp 17 A for 480 V, 3 phases / 5.5 kW / 7.5 hp

ANEXO F

Complementary	
Apparent power	13.4 kVA for 380 V, 3 phases / 5.5 kW / 7.5 hp
Prospective line Isc	<= 22 kA, 3 phases
Nominal output current	14.3 A at 4 kHz, 380 V 3 phases / 5.5 kW / 7.5 hp 11 A at 4 kHz, 460 V 3 phases / 5.5 kW / 7.5 hp
Maximum transient current	19.4 A for 2 s 3 phases / 5.5 kW / 7.5 hp
Speed drive output frequency	0...1600 Hz
Braking resistance	>= 19 Ohm
Nominal switching frequency	8 kHz
Switching frequency	1...16 kHz adjustable
Speed range	1...100 asynchronous motor in open-loop mode, without speed feedback 1...50 synchronous motor in open-loop mode, without speed feedback 1...1000 asynchronous motor in closed-loop mode with encoder feedback
Speed accuracy	+/- 0.01 % of nominal speed for 0.2 Tn to Tn torque variation, in closed-loop mode with encoder feedback +/- 10 % of nominal slip for 0.2 Tn to Tn torque variation, without speed feedback
Torque accuracy	+/- 5 % in closed-loop mode with encoder feedback +/- 15 % in open-loop mode, without speed feedback
Transient overtorque	170 %, +/- 10 % for 60 s 220 %, +/- 10 % for 2 s
Braking torque	30 % without braking resistor < 150 % with braking or hoist resistor
Asynchronous motor control profile	Voltage/Frequency ratio, 2 points Voltage/Frequency ratio, 5 points Flux vector control without sensor, standard Voltage/Frequency ratio - Energy Saving, quadratic U/f Flux vector control without sensor, ENA (energy Adaptation) system Flux vector control without sensor, 2 points Flux vector control with sensor, standard
Synchronous motor control profile	Vector control without sensor, standard Vector control with sensor, standard
Regulation loop	Adjustable PI regulator
Motor slip compensation	Adjustable Automatic whatever the load Not available in voltage/frequency ratio (2 or 5 points) Suppressable
Local signalling	1 LED - red - drive voltage
Output voltage	<= power supply voltage
Insulation	Electrical between power and control
Type of cable for external connection	IEC cable without mounting kit: 1 wire(s) - 45 °C, copper 90 °C / XLPE/EPR IEC cable without mounting kit: 1 wire(s) - 45 °C, copper 70 °C / PVC IEC cable with an IP21 or an IP31 kit: 3 wire(s) - 40 °C, copper 70 °C / PVC UL 508 cable with a NEMA Type 1 kit: 3 wire(s) - 40 °C, copper 75 °C / PVC
Electrical connection	Terminal 2.5 mm ² / AWG 14 (AI1-/AI1+, AI2, AO1, R1A, R1B, R1C, R2A, R2B, LI1...LI6, PWR) Terminal 6 mm ² / AWG 8 (L1/R, L2/S, L3/T, U/T1, V/T2, W/T3, PC/-, PO, PA+/, PA, PB)
Tightening torque	0.6 N.m (AI1-/AI1+, AI2, AO1, R1A, R1B, R1C, R2A, R2B, LI1...LI6, PWR) 3 N.m - 26.5 lb.in (L1/R, L2/S, L3/T, U/T1, V/T2, W/T3, PC/-, PO, PA+/, PA, PB)
Supply	Internal supply for reference potentiometer (1 to 10 kOhm): 10.5 V DC, +/- 5 % - <= 10 A with overload and short-circuit protection Internal supply: 24 V (21...27 V)DC - <= 200 A with overload and short-circuit protection
Analogue input number	2
Analogue input type	Bipolar differential voltage: (AI1-/AI1+)+/- 10 V DC - 24 V max - resolution: 11 bits + sign Software-configurable current: (AI2)0...20 mA - 242 Ohm - resolution: 11 bits Software-configurable voltage: (AI2)0...10 V DC - 24 V max - 30000 Ohm - resolution: 11 bits
Sampling duration	2 ms +/- 0.5 ms (LI1...LI5) - discrete input(s) 2 ms +/- 0.5 ms (LI6) if configured as logic input - discrete input(s) 2 ms +/- 0.5 ms (AI1-/AI1+) - analog input(s) 2 ms +/- 0.5 ms (AI2) - analog input(s)
Response time	7 ms +/- 0.5 ms (R1A, R1B, R1C) - discrete output(s) 7 ms +/- 0.5 ms (R2A, R2B) - discrete output(s) 2 ms +/- 0.5 ms (AO1) - analog output(s) <= 100 ms in STO (Safe Torque Off)

ANEXO F

Accuracy	+/- 0.6 % (AI1-/AI1+) for a temperature variation 60 °C +/- 0.6 % (AI2) for a temperature variation 60 °C +/- 1 % (AO1) for a temperature variation 60 °C
Linearity error	+/- 0.15 % of maximum value (AI1-/AI1+, AI2) +/- 0.2 % (AO1)
Analogue output number	1
Analogue output type	Software-configurable voltage: (AO1)0...10 V DC - 470 Ohm - resolution: 10 bits Software-configurable current: (AO1)0...20 mA - 500 Ohm - resolution: 10 bits Software-configurable logic output: (AO1)10 V - <= 20 A
Discrete output number	2
Discrete output type	Configurable relay logic: (R1A, R1B, R1C)NO/NC - 100000 cycles Configurable relay logic: (R2A, R2B)NO - 100000 cycles
Minimum switching current	3 mA at 24 V DC (configurable relay logic)
Maximum switching current	5 A at 250 V AC on resistive load - cos phi = 1 - L/R = 0 ms (R1, R2) 5 A at 30 V DC on resistive load - cos phi = 1 - L/R = 0 ms (R1, R2) 2 A at 250 V AC on inductive load - cos phi = 0.4 - L/R = 7 ms (R1, R2) 2 A at 30 V DC on inductive load - cos phi = 0.4 - L/R = 7 ms (R1, R2)
Discrete input number	7
Discrete input type	Programmable (LI1...LI5)24 V DC, with level 1 PLC - 3500 Ohm Switch-configurable (LI6)24 V DC, with level 1 PLC - 3500 Ohm Switch-configurable PTC probe (LI6) - 0...6 probes - 1500 Ohm Safety input (PWR)24 V DC - 1500 Ohm
Discrete input logic	Positive logic (LI1...LI5), < 5 V (state 0), > 11 V (state 1) Negative logic (LI1...LI5), > 16 V (state 0), < 10 V (state 1) Positive logic (LI6)if configured as logic input, < 5 V (state 0), > 11 V (state 1) Negative logic (LI6)if configured as logic input, > 16 V (state 0), < 10 V (state 1) Positive logic (PWR), < 2 V (state 0), > 17 V (state 1)
Acceleration and deceleration ramps	Automatic adaptation of ramp if braking capacity exceeded, by using resistor Linear adjustable separately from 0.01 to 9000 s S, U or customized
Protection type	Overheating protection for drive Thermal protection for drive Short-circuit between motor phases for drive Input phase breaks for drive Overcurrent between output phases and earth for drive Overvoltages on the DC bus for drive Break on the control circuit for drive Against exceeding limit speed for drive Line supply undervoltage for drive Line supply overvoltage for drive Against input phase loss for drive Thermal protection for motor Motor phase break for motor Power removal for motor
Dielectric strength	3535 V DC between earth and power terminals 5092 V DC between control and power terminals
Insulation resistance	> 1 MOhm at 500 V DC for 1 minute to earth
Frequency resolution	0.1 Hz for display unit 0.024/50 Hz for analog input
Communication port protocol	CANopen Modbus
Type of connector	1 RJ45 for Modbus on front face 1 RJ45 for Modbus on terminal Male SUB-D 9 on RJ45 for CANopen
Physical interface	2-wire RS 485 for Modbus
Transmission frame	RTU for Modbus
Transmission rate	9600 bps, 19200 bps for Modbus on front face 4800 bps, 9600 bps, 19200 bps, 38.4 Kbps for Modbus on terminal 20 kbps, 50 kbps, 125 kbps, 250 kbps, 500 kbps, 1 Mbps for CANopen
Data format	8 bits, 1 stop, even parity for Modbus on front face 8 bits, odd even or no configurable parity for Modbus on terminal
Type of polarization	No impedance for Modbus
Number of addresses	1...247 addresses for Modbus 1...127 addresses for CANopen
Method of access	Slave for CANopen

ANEXO F

Type of polarization	No impedance for Modbus
Number of addresses	1...247 addresses for Modbus 1...127 addresses for CANopen
Method of access	Slave for CANopen
Control options	Communication card for Modbus TCP Communication card for Fipio Communication card for Modbus/Uni-Telway Communication card for Modbus Plus Communication card for Ethernet/IP Communication card for DeviceNet Communication card for Profibus DP Communication card for Profibus DP V1 Communication card for Interbus-S Communication card for CC-Link Interface card for encoder I/O extension card Controller inside programmable card Overhead crane card
Operating position	Vertical +/- 10 degree
Environment	
Electromagnetic compatibility	Electrostatic discharge immunity test level 3 conforming to IEC 61000-4-2 Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test level 3 conforming to IEC 61000-4-3 Electrical fast transient/burst immunity test level 4 conforming to IEC 61000-4-4 1.2/50 μ s - 8/20 μ s surge immunity test level 3 IEC 61000-4-5 Conducted radio-frequency immunity test level 3 conforming to IEC 61000-4-6 Voltage dips and interruptions immunity test conforming to IEC 61000-4-11
Pollution degree	2 conforming to EN/IEC 61800-5-1
IP degree of protection	IP21 conforming to EN/IEC 61800-5-1 IP21 conforming to EN/IEC 60529 IP41 on upper part conforming to EN/IEC 61800-5-1 IP41 on upper part conforming to EN/IEC 60529 IP20 on upper part without blanking plate on cover conforming to EN/IEC 61800-5-1 IP20 on upper part without blanking plate on cover conforming to EN/IEC 60529 IP54 on lower part conforming to EN/IEC 61800-5-1 IP54 on lower part conforming to EN/IEC 60529
Vibration resistance	1.5 mm peak to peak (f = 3...13 Hz) conforming to EN/IEC 60068-2-6 1 gn (f = 13...200 Hz) conforming to EN/IEC 60068-2-6
Shock resistance	15 gn for 11 ms conforming to EN/IEC 60068-2-27
Noise level	56.6 dB conforming to 86/188/EEC
Relative humidity	5...95 % without condensation conforming to IEC 60068-2-3 5...95 % without dripping water conforming to IEC 60068-2-3
Ambient air temperature for operation	-10...50 °C without derating
Ambient air temperature for storage	-25...70 °C
Operating altitude	<= 1000 m without derating 1000...3000 m with current derating 1 % per 100 m
Standards	EN 55011 class A group 2 EN 61800-3 environments 1 category C3 EN 61800-3 environments 2 category C3 EN/IEC 61800-3 EN/IEC 61800-5-1 IEC 60721-3-3 class 3C1 IEC 60721-3-3 class 3S2 UL Type 1
Product certifications	CSA C-Tick GOST NOM 117 UL
Marking	CE

Baja Tensión

450 / 750 V

H07V-K



NORMAS DE REFERENCIA ▶

DESCRIPCIÓN ▶

CARACTERÍSTICAS ▶



Instalaciones Fijas

SUPERASTIC FLEX

IRAM NM 247-3

CONDUCTOR
Metal: Cobre electrolítico recocido.
Flexibilidad: clase 5; según IRAM NM-280 e IEC 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.

AISLANTE
PVC ecológico, en colores marrón, blanco, negro, rojo, celeste, y verde/amarillo.
Marcación:
PRYSMIAN SUPERASTIC FLEX - Industria Argentina — 450/750V — Sección (mm²) - IRAM NM 247-02-05 BWF-B - Sello IRAM - RIN 288391/8.

Normativas
IRAM NM 247-3 (ex 2183), NBR NM 247-3 (ex 6148); IEC 60227-3 u otras bajo pedido.
Ensayos de fuego:
No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1.
No propagación del incendio: IRAM NM IEC 60332-3-23; NBR 6812 Cat. BWF; IEEE 383.
Certificaciones
Todos los cables de Prysmian están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2000 certificadas por la UCIEE

Cables para instalaciones de iluminación y distribución de energía en el interior de edificios civiles e industriales, en circuitos primarios, secundarios y derivaciones, instalados en tableros, en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas cerrados análogos.



Norma de



Tensión nominal



Temperatura de servicio



Cuerdas flexibles



No propagación de la llama



No propagación del incendio



Extrudestirado



PVC ecológico



Sello IRAM



Sello de Seguridad Eléctrica

CONDICIONES DE EMPLEO



Cañería embudada



Cañería a la vista



Cableado de tableros



ANEXO G

▶ Cable Flexible para tendidos en cañerías; tipo H07V-K

▶ 450 / 750 V

▶ IRAM NM 247-3

Características técnicas

Sección nominal	Diámetro máx. de alambres del conductor	Espesor de aislación nominal	Diámetro exterior aprox.	Masa aprox.	Intensidad de corriente admisible en cañerías (3)		Caída de tensión (4)	Resistencia Eléctrica máxima a 20°C y c.c.
					(1)	(2)		
mm ²	mm	mm	mm	kg/km	A	A	V/A km	ohm/km
0,75	0,21	0,6	2,3	11	9	8	50	26
1,0	0,21	0,6	2,5	15	11,5	10,5	37	19,5
1,5	0,26	0,7	3,0	20	15	13	26	13,3
2,5	0,26	0,8	3,6	31	21	18	15	7,98
4	0,31	0,8	4,1	45	28	25	10	4,95
6	0,31	0,8	4,7	63	36	32	6,5	3,30
10	0,41	1,0	6,0	107	50	44	3,8	1,91
16	0,41	1,0	7,0	167	66	59	2,4	1,21
25	0,41	1,2	9,6	268	88	77	1,54	0,78
35	0,41	1,2	10,8	361	109	96	1,20	0,554
50	0,41	1,4	12,8	511	131	117	0,83	0,386
70	0,51	1,4	14,6	698	167	149	0,61	0,272
95	0,51	1,6	16,8	899	202	180	0,48	0,206
120	0,51	1,6	19,7	1175	234	208	0,39	0,161

(1) 2 conductores cargados + PE en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40° C.

(2) 3 conductores cargados + PE en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40° C.

(3) Para Instalaciones en aire (no contempladas en el Regl. de Instalaciones en Inmuebles de la AEA) considerar los valores (1) y (2)

(4) Cables en contacto en corriente alterna monofásica 50 Hz., $\cos \phi = 0,8$.

Coefficientes de corrección de la corriente admisible:

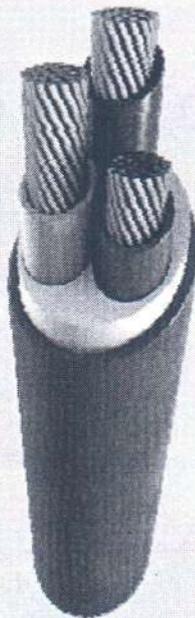
- Para dos circuitos en una misma cañería multiplicar por 0,80
- Para tres circuitos en una misma cañería multiplicar por 0,70
- Para temperatura ambiente de 30 ° C multiplicar por 1,15
- Para temperatura ambiente de 20 ° C multiplicar por 1,29

Baja Tensión

RV-K / RV-R

NORMAS DE REFERENCIA ▶

DESCRIPCIÓN ▶



Distribución en BT

RETENAX VALIO

IRAM 2178

> CONDUCTOR

Metali: cobre electrolítico ó aluminio grado eléctrico según IRAM 2011 e IRAM 2176 respectivamente.

Forma: Redonda (flexible "Clase 5" o compacta "Clase 2") y sectorial ("Clase 2") para cables tripolares y tripolares con neutro con secciones superiores a los 50 mm².

Flexibilidad: Las cuerdas en todos los casos responden a las exigencias de las Norma IRAM NM-280 o IEC 60 228.

Conductores de cobre:

- Unipolares : Cuerdas flexibles Clase 5 hasta 240 mm² e inclusive y cuerdas compactas Clase 2 para secciones superiores. A pedido las cuerdas Clase 5 pueden reemplazarse por cuerdas Clase 2 (compactas o no según corresponda).

- Multipolares : Cuerdas flexible Clase 5 hasta 35 mm² y Clase 2 para secciones superiores , siendo circulares compactas hasta 50 mm² y sectoriales para secciones nominales superiores.

Conductores de aluminio:

- Unipolares : Cuerdas circulares Clase 2 , normales o compactas según corresponda.

- Multipolares : Cuerdas circulares Clase 2 normales o compactas según corresponda hasta 50mm² y sectoriales para secciones nominales superiores.

Temperatura máxima en el conductor: 90°C en servicio continuo, 250°C en cortocircuito.

> AISLANTE

Poliétileno reticulado silanizado (xipe).

Identificación de los conductores:

Unipolares: Marrón

Bipolares: Marrón / Negro

Tripolares: Marrón / Negro / Rojo

Tetrapolares: Marrón / Negro / Rojo / Celeste

Otros colores de identificación bajo pedido.

Norma de Fabricación	Tensión nominal	Temperatura de servicio	Cuerdas flexibles ó rígidas	Resistente a la absorción de agua	Resistente a los rayos ultravioletas	No propagación de la llama	Resistente a agentes químicos	Mezclas ecológicas	Sello IRAM	Sello de Seguridad Eléctrica

CONDICIONES DE EMPLEO



Directamente enterrado



Enterrado en canaletas



Enterrado en cañerías



Baja Tensión

Distribución en BT

- Para alimentación de potencia o distribución de energía en baja tensión en edificios e instalaciones industriales, en tendidos subterráneos o sobre bandejas; con las limitaciones impuestas por los Reglamentos de Instalaciones Eléctricas del lugar donde se halle la instalación. Especialmente aptos para instalaciones donde se requiera amplia maniobrabilidad y máxima capacidad de potencia.



IRAM 2178

Características técnicas

Cables con conductores de cobre

Sección nominal	Diámetro Conductor	Espesor aislante nominal	Espesor de envoltura nominal	Diámetro Exterior aprox.	Masa aprox.	Resistencia eléctrica máx. a 90°C y 50 Hz.	Reactancia a 50 Hz.
mm ²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	ohm/km	ohm/km
Unipolares (almas de color marrón)							
4	2,5	0,7	1,4	7	80	6,3	0,187
6	3,0	0,7	1,4	7,6	100	4,2	0,176
10	3,9	0,7	1,4	8,5	145	2,44	0,166
16	4,9	0,7	1,4	9,5	205	1,54	0,159
25	7,1	0,9	1,4	12	315	0,995	0,151
35	8,3	0,9	1,4	13,5	410	0,707	0,147
50	9,9	1,0	1,4	15	560	0,493	0,144
70	11,7	1,1	1,4	17	755	0,347	0,141
95	13,5	1,1	1,5	19	955	0,264	0,139
120	16,4	1,2	1,5	22,5	1245	0,207	0,136
150	17,2	1,4	1,6	24	1535	0,166	0,137
185	19,2	1,6	1,6	26,5	1855	0,137	0,137
240	23,6	1,7	1,7	31	2440	0,105	0,134
300	20,7	1,8	1,8	28,5	3015	0,0802	0,137
400	22,9	2,0	1,9	31,5	3805	0,0643	0,137
500	26,6	2,2	2,0	36	4975	0,0522	0,136
630	30,0	2,4	2,2	40	6360	0,0428	0,135
Bipolares (almas de color marrón y negro)							
1,5	1,5	0,7	1,8	10	120	17,2	0,103
2,5	2	0,7	1,8	10,5	150	10,20	0,0957
4	2,5	0,7	1,8	11,5	195	6,30	0,0894
6	3	0,7	1,8	13	250	2,44	0,085
10	3,9	0,7	1,8	14,5	360	4,20	0,0797
16	4,9	0,7	1,8	17,5	565	1,54	0,075
25	7,1	0,9	1,8	23	925	0,995	0,074
35	8,3	0,9	1,8	25,5	1190	0,707	0,072

72

Retenax Valio

Sección nominal	Diámetro Conductor	Espesor aislante nominal	Espesor de envoltura nominal	Diámetro Exterior aprox.	Masa aprox.	Resistencia eléctrica máx. a 90°C y 50 Hz.	Reactancia a 50 Hz.
mm ²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	ohm/km	ohm/km
Tripolares (almas de color marrón, negro y rojo)							
1,5	1,5	0,7	1,8	10	135	17,00	0,103
2,5	2,0	0,7	1,8	11	175	10,20	0,0957
4	2,5	0,7	1,8	12,5	235	6,30	0,0894
6	3,0	0,7	1,8	13,5	305	4,20	0,085
10	3,9	0,7	1,8	15,5	450	2,44	0,0797
16	5,7	0,7	1,8	18,5	705	1,54	0,075
25	-	0,9	1,8	24,5	1140	0,995	0,074
35	-	0,9	1,8	27	1480	0,707	0,072
50	-	1,0	1,8	28	1905	0,493	0,0726
70	-	1,1	1,9	28,5	2210	0,341	0,0707
95	-	1,1	2,0	32	2985	0,246	0,0685
120	-	1,2	2,1	35	3680	0,195	0,0689
150	-	1,4	2,3	38,5	4550	0,158	0,0693
185	-	1,6	2,4	42,5	5630	0,126	0,0696
240	-	1,7	2,6	47,5	7310	0,0961	0,0689
300	-	1,8	2,8	52	9115	0,0766	0,0685
Tetrapolares (almas de color marrón y negro, rojo y azul)							
1,5	1,5	0,7	1,8	11	160	17,00	0,103
2,5	2,0	0,7	1,8	12	210	10,20	0,0957
4	2,5	0,7	1,8	13,5	280	6,30	0,0894
6	3,0	0,7	1,8	14,5	370	4,20	0,085
10	3,9	0,7	1,8	17	550	2,44	0,0797
16	4,9	0,7	1,8	20	1080	1,54	0,075
25/16	-	0,9/0,7	1,8	25,5	1280	0,995	0,074
35/16	-	0,9/0,7	1,8	27,5	1610	0,707	0,072
50/25	-	1,0/0,9	1,8	29,5	2150	0,493	0,0726
70/35	-	1,1/0,9	1,9	29	2560	0,341	0,0707
95/50	-	1,1/1,0	2,1	33	3465	0,246	0,0685
120/70	-	1,2/1,1	2,2	37	4365	0,195	0,0689
150/70	-	1,4/1,1	2,3	40,5	5225	0,158	0,0693
185/95	-	1,6/1,1	2,5	45	6575	0,126	0,0696
240/120	-	1,7/1,2	2,7	51	8480	0,0961	0,0689
300/150	-	1,8/1,4	2,9	56,5	10565	0,0766	0,0685

Baja Tensión

Distribución en BT

Datos Eléctricos

Intensidad admisible en amperes para cables con conductores de cobre

Sección nominal mm ²	Método B1 y B2 Caño embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada O de fondo sólido		Método E Bandeja perforada Bandeja tipo escalera	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1,5	20	18	22	20	24	21
2,5	27	24	30	27	33	29
4	36	32	41	36	45	38
6	46	40	53	47	57	49
10	63	55	73	65	78	68
16	83	73	97	87	105	91
25	108	96	126	108	136	116
35	133	116	156	134	168	144
50	-	140	190	163	205	175
70	-	176	245	208	263	224
95	-	212	298	253	320	271
120	-	244	348	293	373	315
150	-	-	401	338	430	363
185	-	-	460	386	493	415
240	-	-	545	455	583	490
300	-	-	631	524	674	565

- (1) Un cable bipolar.
- (2) Un cable tripolar o tetrapolar.
- (3) Un cable bipolar o dos cables unipolares.
- (4) Un cable tripolar o tetrapolar o tres cables unipolares.
- (5) Un cable bipolar.
- (6) Un cable tripolar o tetrapolar.





DANGELICA

CD2203
MANUAL DE INSTALACIÓN
V3F

MANUAL DE INSTALACIÓN - Control CD2203 V3FL

MANUAL DEL CONTROL CD2203 V3FL

Descripción de los componentes del equipo

Transformador de línea

Se alimenta de 380 ó 220 Vca (fases R y T) a través de seccionadores con fusibles de 2A. Tiene varios bobinados secundarios separados galvánicamente con pantallas electrostática y electromagnética, para alimentación de las fuentes electrónicas, línea de seguridades, rectificador de alimentación del freno y del patín retráctil o rectificador de alimentación de las válvulas en equipos hidráulicos.

Fuentes de alimentación

Constan de un puente rectificador, un banco de capacitores de filtro y una fuente integrada con protección electrónica contra cortocircuitos, limitación de corriente y temperatura. La entrada del rectificador está protegida por un fusible calibrado. Un LED encendido indica que la fuente está entregando tensión, aunque no si el valor es correcto.

Placa CD2103

Fuente de alimentación regulada de 5Vcc 1A, 24Vcc 1A, 12Vcc 0,5A para la CPU CD2203 y módulo de expansión CD2303. La tensión de 5Vcc no alimenta ningún circuito externo al computador. La tensión de 24Vcc es utilizada para la alimentación de cabezales infrarrojos, pulsadores de llamadas, y el módulo de expansión CD2303. La tensión de 12Vcc se usa para alimentar hasta dos indicadores de posición del tipo alfanuméricos (típicamente, uno en cabina y otro en pasillo en Planta Baja).

NOTA: para alimentar más indicadores o sintetizador de voz o gongs, se deberá agregar una fuente adicional en el control.

Computador

Placa CD2203

Unidad Central de Proceso (CPU), con microprocesador, memoria de programa operativo, mandos para los relés de la placa CD2103 y circuitos de control para la placa CD2303. Cuenta con autoreset por corte de corriente, circuito supervisor de funcionamiento correcto (Watch-Dog), llave Automático / Inspección / Programación y conector para programador externo. Dispone de servicios Independiente, Bomberos, Incendio, entradas de pesador de sobrecarga y completo, entradas para cabezales de posicionamiento, pulsadores de reapertura y cierre de puerta, bornes de llamada y de comunicación entre controles de una batería. Admite hasta 8 paradas en SD, 6 paradas en SAD y 16 paradas en CS.

Placa CD2103

Placa de fuentes e interfase. Cuenta con fuentes de 5V, 12V y 24V, entradas de seguridades, térmicos, límites y test multitensión de 24 a 125 Vcc/Vca, relés de mandos.

Placa CD2303

Módulo de expansión a 16 paradas en SD, 11 paradas en SAD y 32 paradas en CS. Cada entrada está filtrada para eliminar ruidos eléctricos. La tensión de entrada es de 24Vcc (mínimo 20Vcc) para un estado lógico "1 (activa)", y de 0Vcc (circuito abierto) para un estado lógico "0" (un LED señala el estado de la entrada). Cada salida entrega una tensión de 24Vcc 100mA para un estado lógico "1 (activa)" y presenta circuito abierto para un estado lógico "0". Las salidas están protegidas electrónicamente en caso de cortocircuitos externos.

Programador CD2503

Programador con 4 teclas (ESC, INC, DEC, OK) y display alfanumérico de cristal líquido de 2x20 caracteres. Permite el acceso a toda la programación del control mediante claves. Puede conectarse y desconectarse en cualquier momento, aún con el control alimentado y el ascensor en funcionamiento. Se alimenta de la propia plaqueta de CPU CD2203.

ANEXO H

MANUAL DE INSTALACIÓN - Control CD2203 V3FL

CONEXIONADO



1. Conectar la toma de tierra al borne existente en el tablero, con cable de 2,5mm² de sección o mayor. **Es muy importante asegurar una buena conexión a tierra.** Debe hacerse directamente **a una jabalina exclusiva para el ascensor.** El mismo cable puede utilizarse para la puesta a tierra del motor y limitador de velocidad del ascensor, pero no se aconseja utilizar la tierra general del edificio, como tampoco el neutro. El tablero no necesita conexión de neutro.



2. En renovaciones, **es conveniente pasar un nuevo cable de tierra**, antes que usar el existente.



3. Todas las conexiones de la parte electrónica van a bornes amarillos o blancos. Para pasar estos cables utilizar el cablecanal de la derecha. Las conexiones de la parte de maniobra van a bornes rosados. Utilizar el cablecanal de la izquierda.
4. Los pulsadores pueden ser mecánicos o electrónicos. La llamada y el registro utilizan el mismo cable. **Si se utilizan pulsadores mecánicos existentes comprobar que el registro de llamada esté preparado para 24Vcc 100mA máximo, ya sea de lámparas o LEDs.** Los pulsadores electrónicos de otras marcas en general no pueden usarse en estos controles.



5. Para el conexionado se utiliza cable común de 0,75mm², **excepto para el motor.** Si se prefiere puede utilizarse cable telefónico, salvo para la alimentación de gongs o indicadores en todos los pisos, ya que requieren mayor sección de conductor. Consultar la planilla de bornes para mayores detalles.
6. El conexionado del motor debe realizarse con cable de la sección adecuada a la corriente que toma el motor. **ESTOS CABLES DEBEN ESTAR BLINDADOS Y SEPARADOS DE LOS DEMÁS CABLES, EN ESPECIAL DE LOS DE ENTRADA DE FUERZA MOTRIZ.** El blindaje debe conectarse a la tierra del equipo por un lado y a la del motor por el otro.

Fermator

Automatic Drives for Lifts

Instructions

DOC-TC.AS.IN.V00001.EN

Connection Manual Drive VVVF5

Versión / Version: 0.1

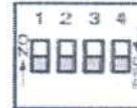
DRIVE VVVF5



ANEXO I

DESCRIPTION OF SWITCHES

The unit may be programmed using the DIL switches on the front of the unit. If any change is made to any of the above switch selections, the Mains Supply to the VVVF-5 unit MUST be switched OFF and ON again to read the new programming. The switches functions are:



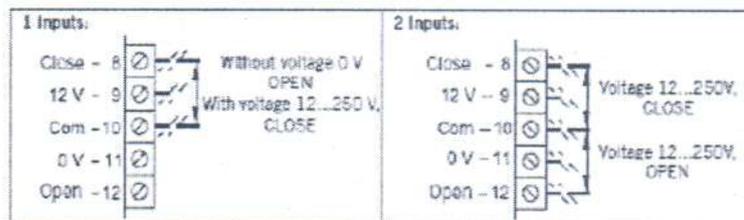
1.- 1 & 2 Inputs.

ON: 1 Input.

The door control unit will be controlled by a single input. Any voltage between 12 to 250 volts AC or DC applied between terminals 8 & 10 will close the doors. Without input active the door opens. Open input is not used.

OFF: 2 Inputs.

The door control module will be controlled by two independent inputs. Any voltage between 12 to 250 volts AC or DC applied between terminals 8 & 10 will cause the doors to close. And between terminals 12 & 10 will cause the doors to open. In the absence of a signal, the doors will remain static. If both inputs are applied then the open signal has priority.



2.- Automatic / Semiautomatic.

ON: Automatic.

Operators with skate (automatic landing). In this case a special movement is made for locking and unlocking the skate

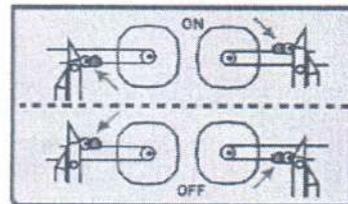
OFF: Semiautomatic.

Operators without skate (Semiautomatic landing door).

3.- Rotation sense.

ON: Lock at the picture:

- Skate fixed on the bottom side of the belt and the motor on the right side.
- Skate fixed on the top side of the belt and the motor on the left side.



OFF: Lock at the picture:

- Skate fixed on the top side of the belt and the motor on the right side.
- Skate fixed on the bottom side of the belt and the motor on the left side.

4.- Master and Slave.

ON: Master.

The door control unit will execute instructions directly. Example: operation of the Photoelectric Detector will cause the doors to re-open immediately under control of the door control unit.

OFF: Slave.

There is no automatic reopen movements. The doors will only react to instruction given by the main lift controller by the inputs. Example: operation of the Safety Edge Detector will cause the door operator module to give a signal to the main lift controller via the PHOTOCELL (36, 37, 38) output. The main lift controller

POWER INPUTS 220-250 VOLTS SINGLE PHASE AC (5, 6, 7)

The circuit has been designed to operate on a mains supply of 230 Volts AC (+10%, -15%, 50 or 60 Hz). The unit will consume approx 1 Amp from the supply.

It is important that the Door Operator Module has a GOOD EARTH CONNECTION.

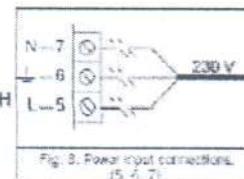


Fig. 3. Power input connections. (5, 6, 7)



Catálogo técnico. División Control y Automatización

Aparatos de maniobra Contactores y relés de sobrecarga

Power and productivity
for a better world™

ABB

Contactores tripolares A..., AF...



A0 A12 A16 A26 A30 A40

Conexión de circuitos de c.a.

Conexión de motores de jaula de ardilla trifásicos

Categoría de empleo AC-3

Al cerrar, la corriente del motor es de aproximadamente $6 \times I_n$.
Corte cuando el motor funciona a una corriente de plena carga I_n .

AC-3	Potencia nominal	$\theta \pm 55^\circ\text{C}$, 400 V
AC-3	Intensidad nominal	$\theta \pm 55^\circ\text{C}$, 400 V
AC-3	Intensidad de empleo	$\theta \pm 55^\circ\text{C}$, 415 V $\theta \pm 55^\circ\text{C}$, 600 V

kW	4	5.5	7.5	11	15	18.5
A	9	12	17	26	32	37
A	9	12	17	26	32	37
A	7	9	10	17	21	25

Conexión de circuitos resistivos

Categoría de empleo AC-1

Al cerrar, la corriente consumida es igual a la corriente de carga nominal I_n con $\cos \varphi \approx 0.90$.

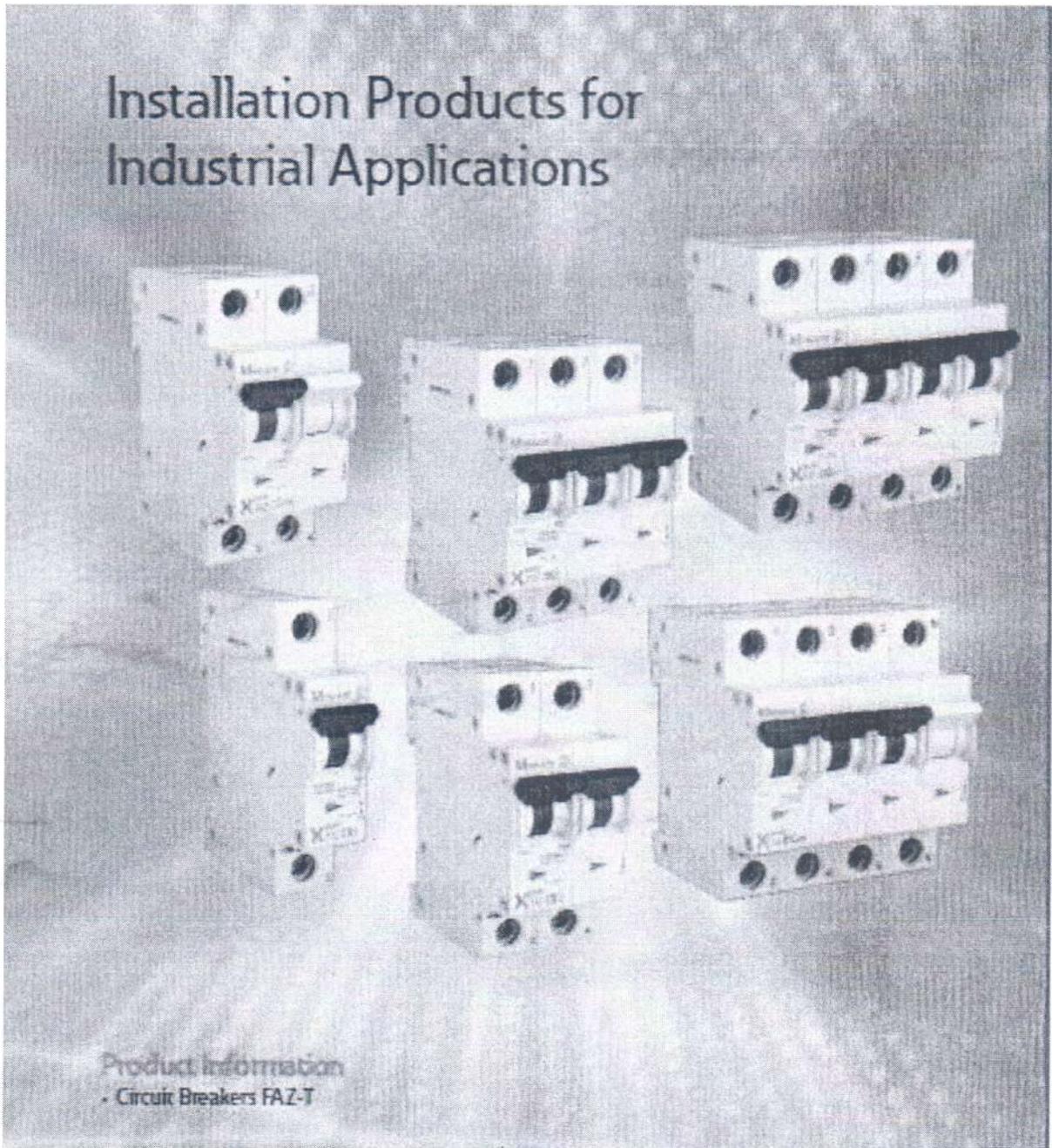
AC-1	Intensidad nominal	$\theta \pm 40^\circ\text{C}$
AC-1	Intensidad de empleo	$\theta \pm 55^\circ\text{C}$ $\theta \pm 70^\circ\text{C}$

Con sección transversal del conductor

Tensión nominal de empleo

A	25	27	30	45	55	60
A	22	25	27	40	55	60
A	18	20	23	32	39	42
mm ²	2.5	4	4	6	10	16
V	690					

Installation Products for Industrial Applications



EAT•N
Powering Business Worldwide

FAZ-T

FAZ-T Miniature Circuit Breakers (MCBs)

Characteristic B

Rated Current I _n (A)	rated voltage ECE/EN 60898-1	breaking capacity acc. to IEC/EN 60898-1	rated voltage IEC/EN 60947-2	breaking capacity acc. to IEC/EN 60947-2	rated d.c. voltage acc. to IEC/EN 60947-2	breaking capacity acc. to IEC/EN for 60 V d.c.	Type Designation	Article No.	Units per package
----------------------------------	------------------------------	--	------------------------------	--	---	--	------------------	-------------	-------------------



3-pole

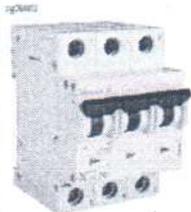
1	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTB1/3	240874	1/40
2	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTB2/3	240875	1/40
3	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTB3/3	240876	1/40
4	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTB4/3	240877	1/40
6	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTB6/3	240878	1/40
10	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTB10/3	240879	1/40
12	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTB12/3	240880	1/40
13	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTB13/3	240881	1/40
16	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTB15/3	240882	1/40
16	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTB16/3	240883	1/40
20	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTB20/3	240884	1/40
25	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTB25/3	240885	1/40
32	415V	10kA	24Q/415V	20kA			FAZTB32/3	142493	1/40
40	415V	10kA	24Q/415V	20kA			FAZTB40/3	142494	1/40

FAZ-T

FAZ-T Miniature Circuit Breakers (MCBs)

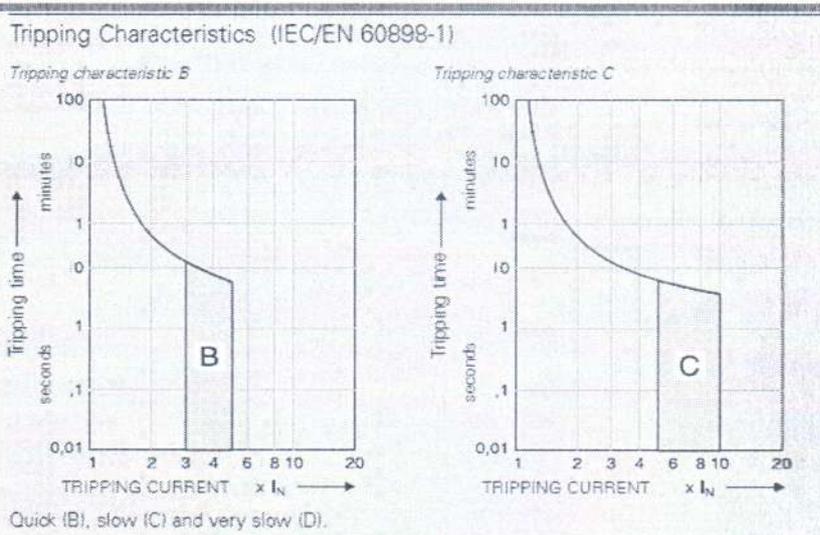
Characteristic C

Rated Current I _n (A)	rated voltage ECE/EN 60898-1	breaking capacity acc. to IEC/EN 60898-1	rated voltage IEC/EN 60947-2	breaking capacity acc. to IEC/EN 60947-2	rated d.c. voltage acc. to IEC/EN 60947-2	breaking capacity acc. to IEC/EN for 60 V d.c.	Type Designation	Article No.	Units per package
----------------------------------	------------------------------	--	------------------------------	--	---	--	------------------	-------------	-------------------

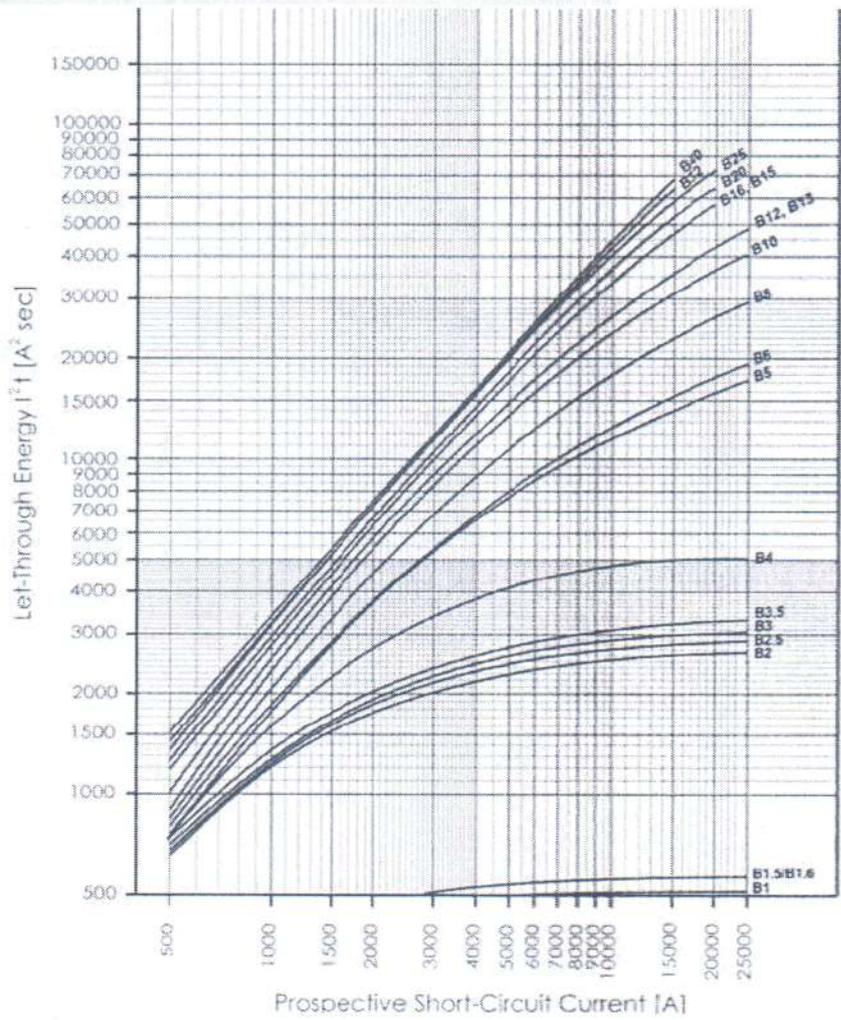


3-pole

1	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTC1/3	240886	1/40
2	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTC2/3	240887	1/40
3	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTC3/3	240888	1/40
4	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTC4/3	240889	1/40
6	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTC6/3	240890	1/40
10	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTC10/3	240891	1/40
12	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTC12/3	240892	1/40
13	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTC13/3	240893	1/40
16	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTC15/3	240894	1/40
16	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTC16/3	240895	1/40
20	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTC20/3	240896	1/40
25	415V	15kA	24Q/415V	25kA			FAZTC25/3	240897	1/40
32	415V	10kA	24Q/415V	20kA			FAZTC32/3	142495	1/40
40	415V	10kA	24Q/415V	20kA			FAZTC40/3	142496	1/40

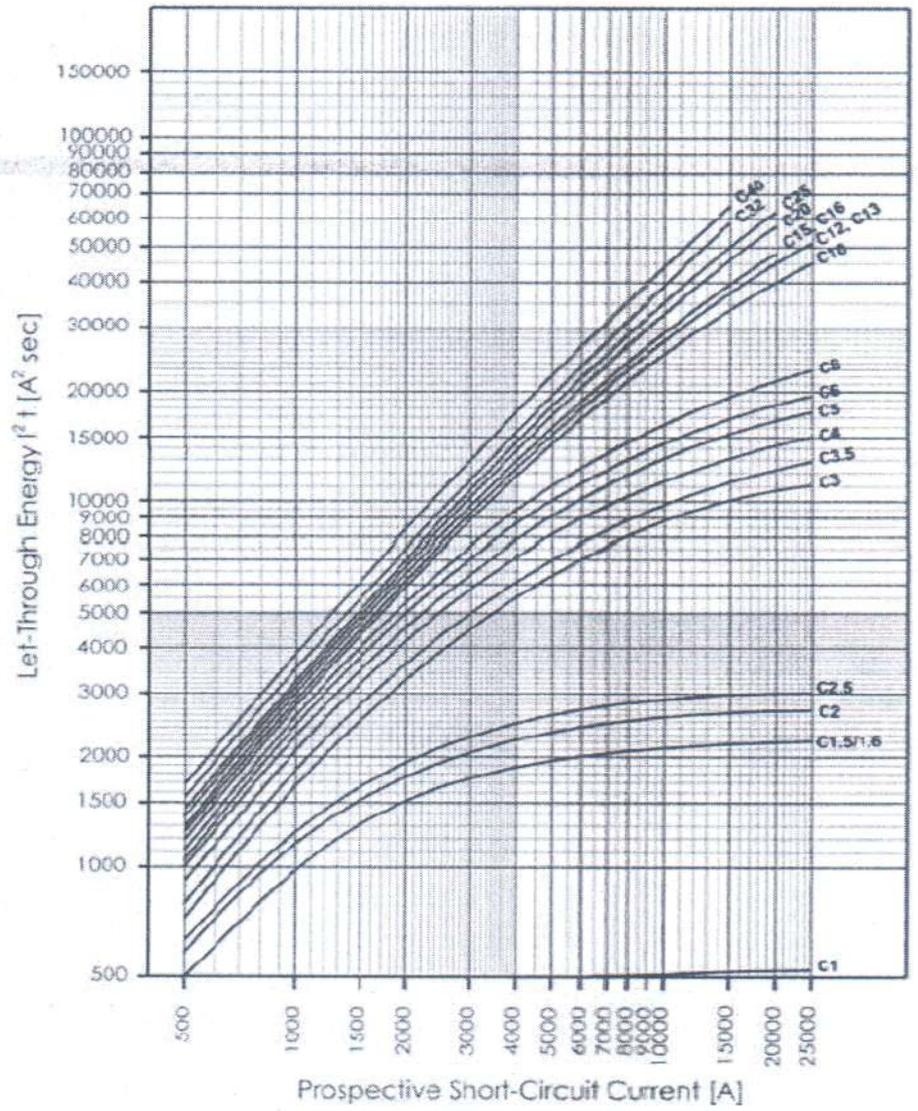


FAZ-T Miniature Circuit Breakers (MCBs)
Characteristic B



ANEXO K

FAZ-T Miniature Circuit Breakers (MCBs)
Characteristic C



Catálogo BETA Interruptores Termomagnéticos 2 • 2007

Interruptores Termomagnéticos

beta

Interruptores Termomagnéticos
BETA - Material de Instalación

SIEMENS

Interruptores termomagnéticos

Datos generales

Programa

Resumen

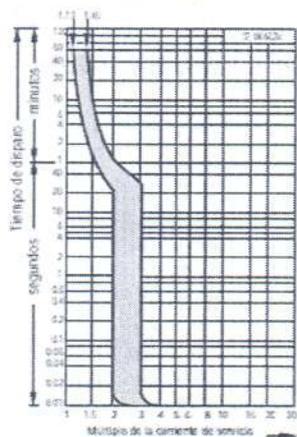
Ejecución	Curva de disparo	Profundidad de montaje (mm)	Corriente de servicio I _n	Normas	Capacidad de ruptura Clase de limitación de la energía	Aplicación		
						cons- trucción funcional	cons- trucción domiciliaria	cons- trucción Industrial
Programa estándar								
5SQ2	B	53	6 - 40 A	EN 60 898	3 000	-	•	-
	C		0,5 - 63 A			-	•	-
5SX1	B		6 - 32 A		3 000	-	•	-
	C		0,5 - 90 A			-	•	-
5SX2	B	55	6 - 50 A		6 000 3	-	•	-
	C		0,3 - 63 A			-	•	•
5SX4	B		6 - 50 A		10 000 3	-	•	•
	C		0,5 - 50 A			-	•	•
Programa industrial								
5SY8	C	70	0,3 - 63 A	EN 60 898	6 000 3	-	-	•
	D		0,3 - 63 A			-	-	•
5SY4	A		1 - 63 A		10 000 3	-	-	•
	B		6 - 63 A			-	-	•
	C		0,3 - 63 A			-	-	•
	D		0,3 - 63 A			-	-	•
5SY7	B		6 - 63 A		15 000 3	-	-	•
	C		0,3 - 63 A			-	-	•
	D		0,3 - 63 A			-	-	•
5SY8	C		0,3 - 63 A	EN 60 247-2	25 kA	-	-	•
	D		0,3 - 63 A			-	-	•
Programa universal								
5SY5	B	70	6 - 63 A	EN 60 898	10 000 3	-	-	•
	C		0,3 - 63 A			-	-	•
Programa de altas corrientes								
5SP4	B	70	80 - 125 A	EN 60 898	10 000	-	-	•
	C		80 - 125 A			-	-	•
	D		90 - 100 A			-	-	•

ANEXO K

Curvas características

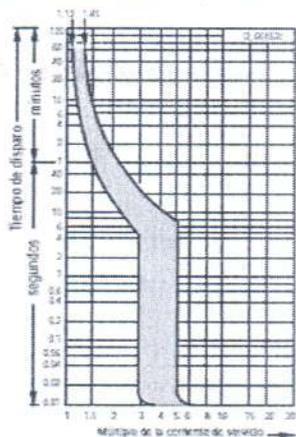
Características de disparo según las normas EN 60 898, DIN VDE0641, parte 11

Característica de disparo A



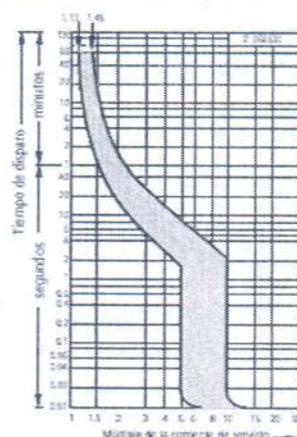
- para protección limitada de semiconductores
- para protección de circuitos de medición con transformadores
- para protección de circuitos con conductores de gran longitud y con el requerimiento de desconexión en 0.4 s según la norma DIN VDE 0100 parte 410

Característica de disparo B



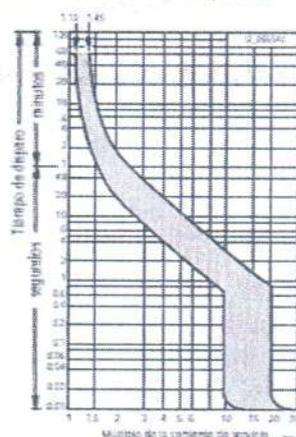
- para protección de conductores principalmente en circuitos de tomacorrientes, no se requiere comprobación de la protección de personas

Característica de disparo C



- protección general de conductores, especialmente ventajoso en elevadas corrientes de arranque (lámparas, motores, etc.)

Característica de disparo D



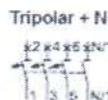
- el rango de disparo magnético está adaptado a elementos que generan fuertes impulsos de corriente de conexión (transformadores, válvulas electromagnéticas)

Interrupidores termomagnéticos Programa estándar

5SX4, 10 kA
Profundidad de montaje 55 mm



Datos de selección y pedido



In	TE	Característica B N° de pedido	Característica C N° de pedido	Peso unitario kg	Unidades por envase
A					
6	4	-	5SX4 606-7	0,450	3
10		5SX4 610-6	5SX4 610-7		
13		5SX4 613-6	5SX4 613-7		
16		5SX4 616-6	5SX4 616-7		
20		5SX4 620-6	5SX4 620-7		
25		5SX4 625-6	5SX4 625-7		
32		5SX4 632-6	5SX4 632-7	0,610	
40		5SX4 640-6	5SX4 640-7		
50		5SX4 650-6	5SX4 650-7		



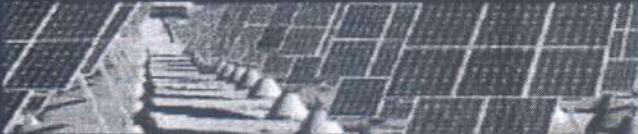
Fusibles NH (A.C.R.)
» Clase gL / aR
gTr / aM / gC



Fusibles HH (A.C.R.)
» Media tensión
2,3 a 36 kV



**Componentes
Fotovoltaicos**
» Clase gPV



**Seccionadores
fusibles bajo carga**
» LTL / SL / SASIL



**Gabinetes para
distribución de energía**
» KVS



Distribuidor exclusivo en Argentina
JEAN MÜLLER  www.reproelsa.com.ar



aR/gR Fusibles A.C.R. NH Ultra Rápidos 500 Vca

Protección	Semiconductores
Normas	VDE 0636 - DIN 43620 - IEC 60269

Solicítelos en tensiones
6/700V - 800V - 1000V



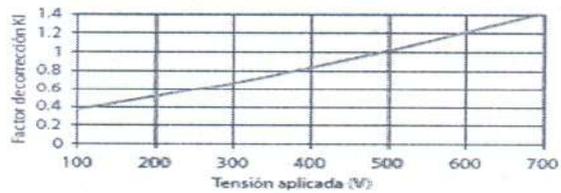
Fusibles clase aR ultra rápidos, desarrollados específicamente para la protección de semiconductores de potencia, teniendo como características fundamentales la elevada capacidad de conducción de corriente en régimen permanente y la alta velocidad de operación frente a la presencia de cortocircuitos.

TIPO NH-000 aR		TIPO NH-00 aR		TIPO NH-0 aR		TIPO NH-1 aR		TIPO NH-2 aR		TIPO NH-3 aR		TIPO NH-4 aR	
Código	Amp	Código	Amp	Código	Amp	Código	Amp	Código	Amp	Código	Amp	Código	Amp
FOUC0006	6	FOUC0006	6	F6UC0016	16	F1UC0050	50	F2UC0200	200	F3UC0315	315	F4UC0700	700
FOUC0010	10	FOUC0010	10	F6UC0020	20	F1UC0063	63	F2UC0224	224	F3UC0355	355	F4UC0800	800
FOUC0016	16	FOUC0016	16	F6UC0025	25	F1UC0080	80	F2UC0250	250	F3UC0400	400	F4UC1000	1000
FOUC0020	20	FOUC0020	20	F6UC0032	32	F1UC0100	100	F2UC0315	315	F3UC0500	500	F4UC1250	1250
FOUC0025	25	FOUC0025	25	F6UC0036	36	F1UC0125	125	F2UC0355	355	F3UC0630	630		
FOUC0032	32	FOUC0032	32	F6UC0040	40	F1UC0160	160	F2UC0400	400	F3UC0700	700	TIPO NH-4a aR	
FOUC0036	36	FOUC0036	36	F6UC0050	50	F1UC0200	200	F2UC0425	425	F3UC0800	800	Código	Amp
FOUC0040	40	FOUC0040	40	F6UC0063	63	F1UC0224	224	F2UC0500	500			F5UC0700	700
FOUC0050	50	FOUC0050	50	F6UC0080	80	F1UC0250	250					F5UC0800	800
FOUC0063	63	FOUC0063	63	F6UC0100	100	F1UC0315	315					F5UC1000	1000
FOUC0080	80	FOUC0080	80	F6UC0125	125	F1UC0355	355					F5UC1250	1250
FOUC0100	100	FOUC0100	100	F6UC0160	160							F5UC1600	1600
FOUC0125	125	FOUC0125	125	F6UC0200	200								
FOUC0160	160												
FOUC0200	200												

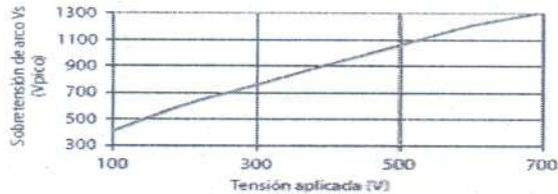
Importante
Ver dimensiones gl. [página 1]

aR/gR Curvas Características

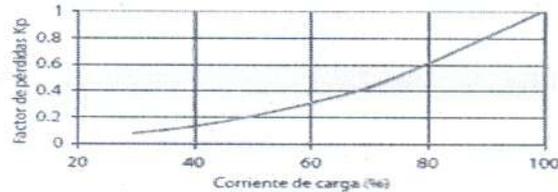
Energía específica total versus tensión aplicada
El valor total de la energía específica para 500 V de corriente alterna, se extrae de la tabla de selección de fusibles aR. Para otros valores de tensión, los valores de la tabla deben multiplicarse por el factor KI que se obtiene de la siguiente figura en función de la tensión aplicada.



Sobretensión de arco versus tensión aplicada
La siguiente curva suministra el valor de pico de la sobretensión de arco Vs que puede aparecer entre los contactos del fusible durante su operación, en función de la tensión aplicada.

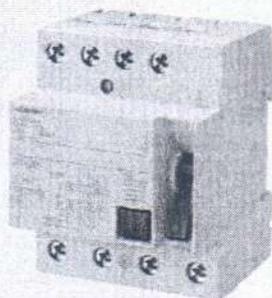


Potencia de pérdidas versus corriente de carga
La tabla de selección de fusibles aR indica las pérdidas de potencia a corriente nominal en Watts, la siguiente curva permite determinar el factor de pérdidas para el cálculo de las pérdidas de potencia en función de la corriente de carga expresada como porcentaje de la nominal.



Aparatos de protección diferenciales superresistentes

Impiden desconexiones accidentales



Las corrientes de descarga y corrientes de defecto en servicio no se pueden diferenciar. La reacción en ambos casos es igual. En caso de una corriente de descarga elevada de breve duración no es necesario ni deseado una desconexión del consumidor.

En caso de utilizar equipos electrónicos que para eliminar perturbaciones utilizan con frecuencia un condensador conectado contra el conductor de protección, en la conexión pueden producirse disparos no deseados del interruptor diferencial. Para evitar estas desconexiones se recomienda la utilización de interruptores diferenciales superresistentes.

Estos son de retardo breve en su comportamiento de desconexión y están identificados como tipo **KI**. Los interruptores diferenciales superresistentes cumplen para ello los tiempos de desconexión máximos permitidos para apa-

ratos sin retardo, que se permiten según DIN EN 61008 o DIN EN 61009.

Pueden utilizarse de un modo ilimitado para todas las medidas de protección exigidas en las disposiciones para la instalación con interruptores diferenciales.

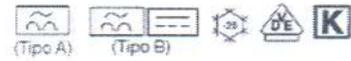
Ventajas

- los interruptores diferenciales superresistentes aumentan la disponibilidad de la instalación. Evitan los disparos intempestivos ante corrientes de descarga transitorias.
- los aparatos superresistentes tienen una resistencia a la corriente de choque con forma de onda de la corriente de 8/20 µs hasta 3 kA. Garantizan de este modo un funcionamiento seguro

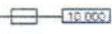
BETA

www.siemens.com/beta

SIEMENS



Datos para selección y pedidos

	Corriente de defecto asignada	Tensión asignada	Fusible preconectado máximo admisible	UM	PE	Referencia	Precio por UP	GP	UP	TE ¹⁾ / UD EMB	Peso por UP aprox.	
	$I_{\Delta n}$ mA	I_n A	 10.000									
										Unidades	Unidades	kg
Interruptores diferenciales, tipo A, superresistentes												
1P+N, 230 ... 400 V AC; 50 ... 60 Hz												
	30	25	63	2	B	5SM3 312-6KK01	007		1	1	0,230	
		40			B	5SM3 314-6KK01	007		1	1	0,230	
		63	100	2,5	B	5SM3 316-6KK01	007		1	1	0,320	
	300	63	100	2,5	B	5SM3 616-6KK01	007		1	1	0,320	
3P+N, 230 ... 400 V AC; 50 ... 60 Hz												
	30	25	100	4	B	5SM3 342-6KK01	007		1	1	0,500	
		40			B	5SM3 344-6KK01	007		1	1	0,500	
		63			B	5SM3 346-6KK01	007		1	1	0,500	
	300	40	100	4	B	5SM3 644-6KK01	007		1	1	0,492	
		63			B	5SM3 646-6KK01	007		1	1	0,491	
		80			B	5SM3 647-6KK01	007		1	1	0,493	

3RV Motor Starter Protectors up to 100 A

For motor protection

Selection and ordering data

CLASS 10, without auxiliary switches

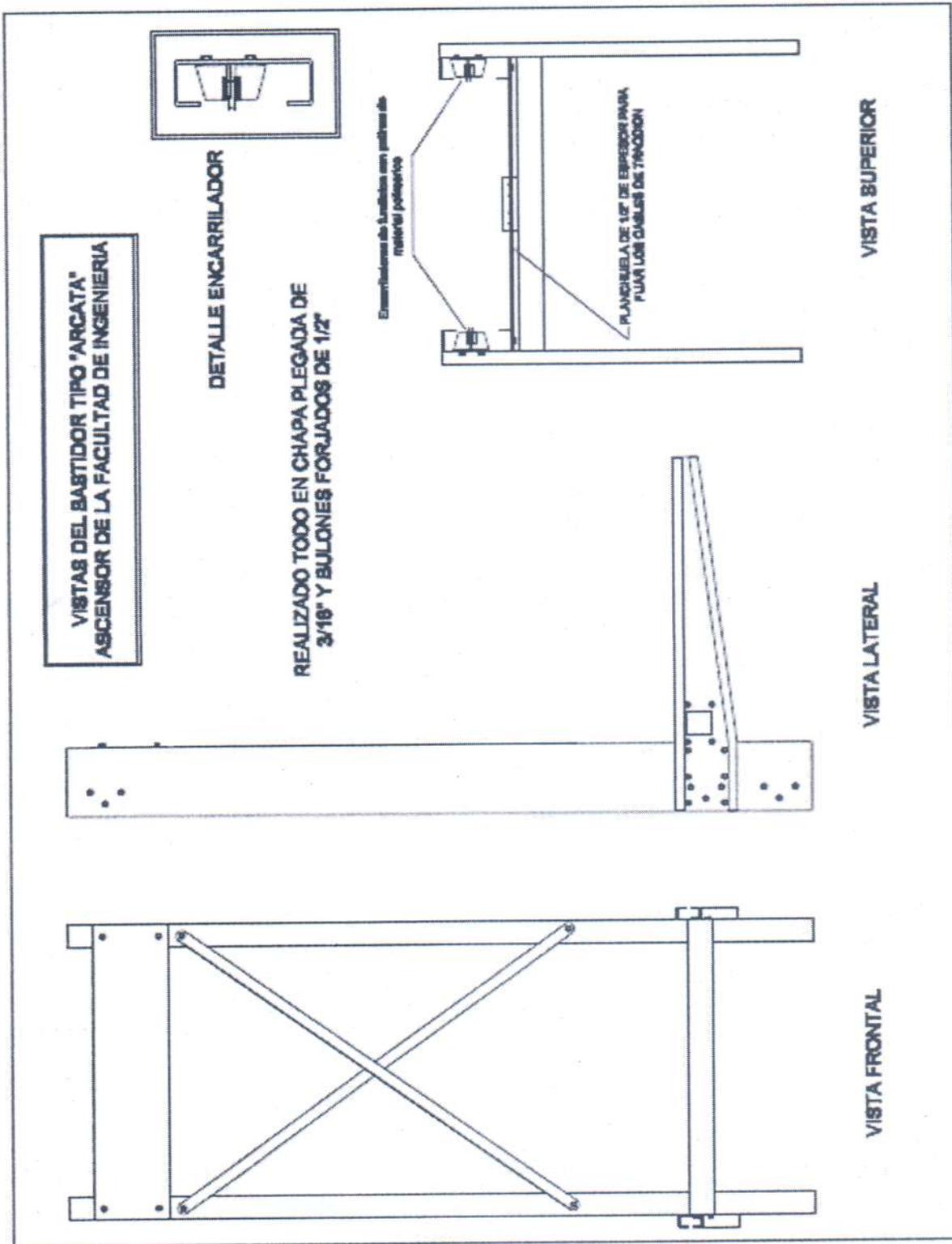


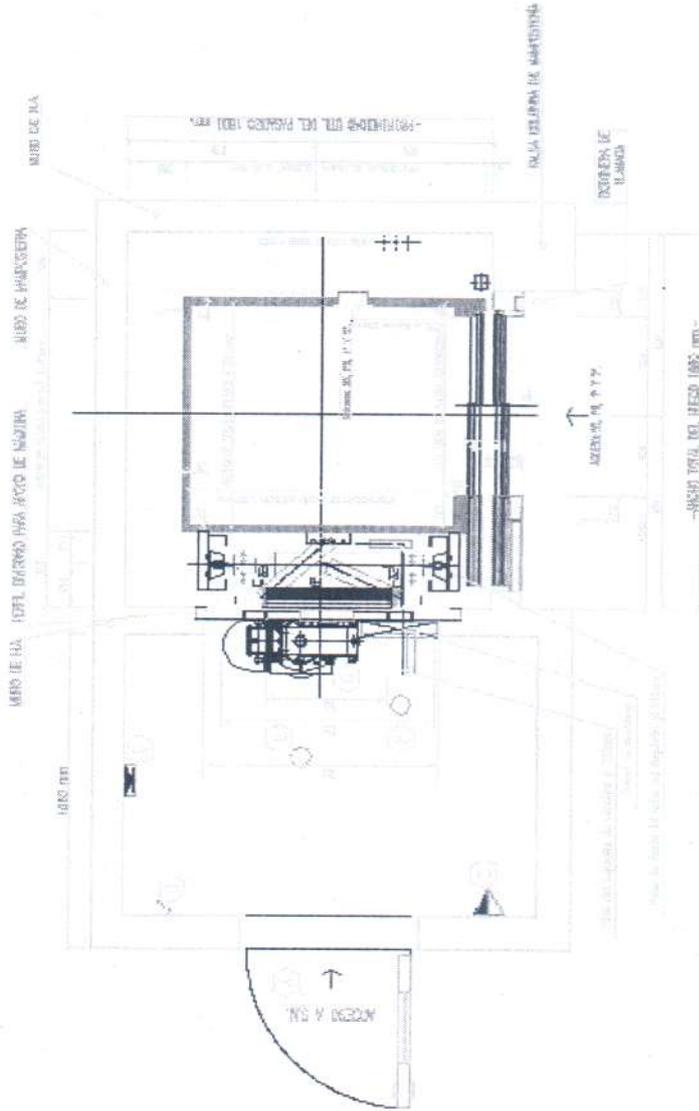
Rated current I_n A	Suitable for induction motors ¹⁾ with P kW	Setting range for thermal overload release A	Instantaneous electronic trip unit $I >$ A	Short-circuit breaking capacity at 400 V AC I_{cu} kA	DT	Screw terminals Order No.	Price per PU	PU (UNIT, SET, M)	PS*	PG	Weight per PU approx. kg
-----------------------------	--	---	--	---	----	------------------------------	--------------	-------------------	-----	----	-----------------------------

Size S0



0.16	0.04	0.11 ... 0.16	2.1	100	▶	3RV10 21-0AA10		1	1 unit	101	0.286
0.2	0.06	0.14 ... 0.2	2.6	100	▶	3RV10 21-0BA10		1	1 unit	101	0.288
0.25	0.06	0.18 ... 0.25	3.3	100	▶	3RV10 21-0CA10		1	1 unit	101	0.287
0.32	0.09	0.22 ... 0.32	4.2	100	▶	3RV10 21-0DA10		1	1 unit	101	0.286
0.4	0.09	0.28 ... 0.4	5.2	100	▶	3RV10 21-0EA10		1	1 unit	101	0.289
0.5	0.12	0.35 ... 0.5	6.5	100	▶	3RV10 21-0FA10		1	1 unit	101	0.287
0.63	0.18	0.45 ... 0.63	6.2	100	▶	3RV10 21-0GA10		1	1 unit	101	0.289
0.8	0.18	0.55 ... 0.8	10	100	▶	3RV10 21-0HA10		1	1 unit	101	0.287
1	0.25	0.7 ... 1	13	100	▶	3RV10 21-0JA10		1	1 unit	101	0.350
1.25	0.37	0.9 ... 1.25	16	100	▶	3RV10 21-0KA10		1	1 unit	101	0.353
1.6	0.55	1.1 ... 1.6	21	100	▶	3RV10 21-1AA10		1	1 unit	101	0.357
2	0.75	1.4 ... 2	26	100	▶	3RV10 21-1BA10		1	1 unit	101	0.356
2.5	0.75	1.8 ... 2.5	33	100	▶	3RV10 21-1CA10		1	1 unit	101	0.357
3.2	1.1	2.2 ... 3.2	42	100	▶	3RV10 21-1DA10		1	1 unit	101	0.356
4	1.5	2.8 ... 4	52	100	▶	3RV10 21-1EA10		1	1 unit	101	0.354
5	1.5	3.5 ... 5	65	100	▶	3RV10 21-1FA10		1	1 unit	101	0.358
6.3	2.2	4.5 ... 6.3	82	100	▶	3RV10 21-1GA10		1	1 unit	101	0.357
8	3	5.5 ... 8	104	100	▶	3RV10 21-1HA10		1	1 unit	101	0.356
10	4	7 ... 10	130	100	▶	3RV10 21-1JA10		1	1 unit	101	0.361
12.5	5.5	9 ... 12.5	163	100	▶	3RV10 21-1KA10		1	1 unit	101	0.358
16	7.5	11 ... 16	208	50	▶	3RV10 21-4AA10		1	1 unit	101	0.366
20	7.5	14 ... 20	260	50	▶	3RV10 21-4BA10		1	1 unit	101	0.363
22	11	17 ... 22	286	50	▶	3RV10 21-4CA10		1	1 unit	101	0.361
25	11	20 ... 25	325	50	▶	3RV10 21-4DA10		1	1 unit	101	0.364





DETALLE PLANTA DE ASCENSOR Y ESPACIO DE SALA DE MÁQUINAS

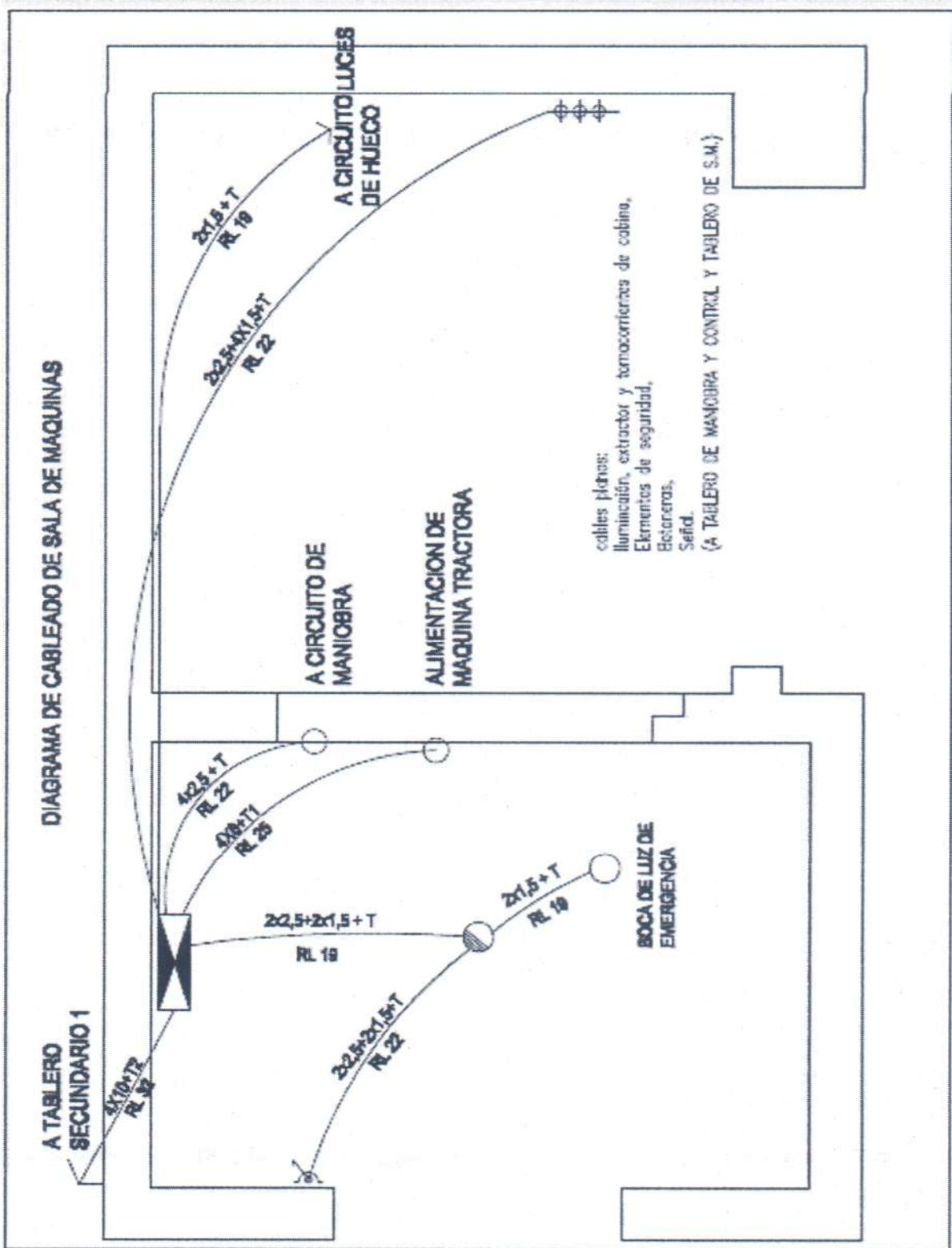
REFERENCIAS :

- (Dimensiones que se encuentran dentro del cuadro de referencias)
- A REVESTIMIENTO POR ENCIMA DEL HERRAJE DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - B LAR DE TUBOS Y TUBERÍAS DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - C LAVABOS 575 - ELABORAR
 - D PUERTA DEL ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - E ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - F LAR DE CUBIERTOS (Apretada, varcos: A 1.1 m)
 - G MARRA DE FRENOS (CON PULSA Y PULSA) 10781 mm
 - H ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - I ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - J ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - K ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - L ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - M ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - N ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - O ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - P ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - Q ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - R ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - S ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - T ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - U ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - V ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - W ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - X ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - Y ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm
 - Z ALBA DE BARRIDO 10660/10781 mm

Cotas

- Cota 1a Espacio entre guías de contrapeso 190mm.
- Cota 1b Cota gulo de Ancha 1100mm.
- Cota 1c Espacio para abjir la máquina 1140mm

NOTA: LAS ACABACIONES SOBRE EL TIPO DE MODO INDICAN CUAL ES EL TIPO ACONSEJABLE PARA LA FUNCION DE LA ESTRUCTURA METALICA Y LA INTEGRIDAD EDILICIA.



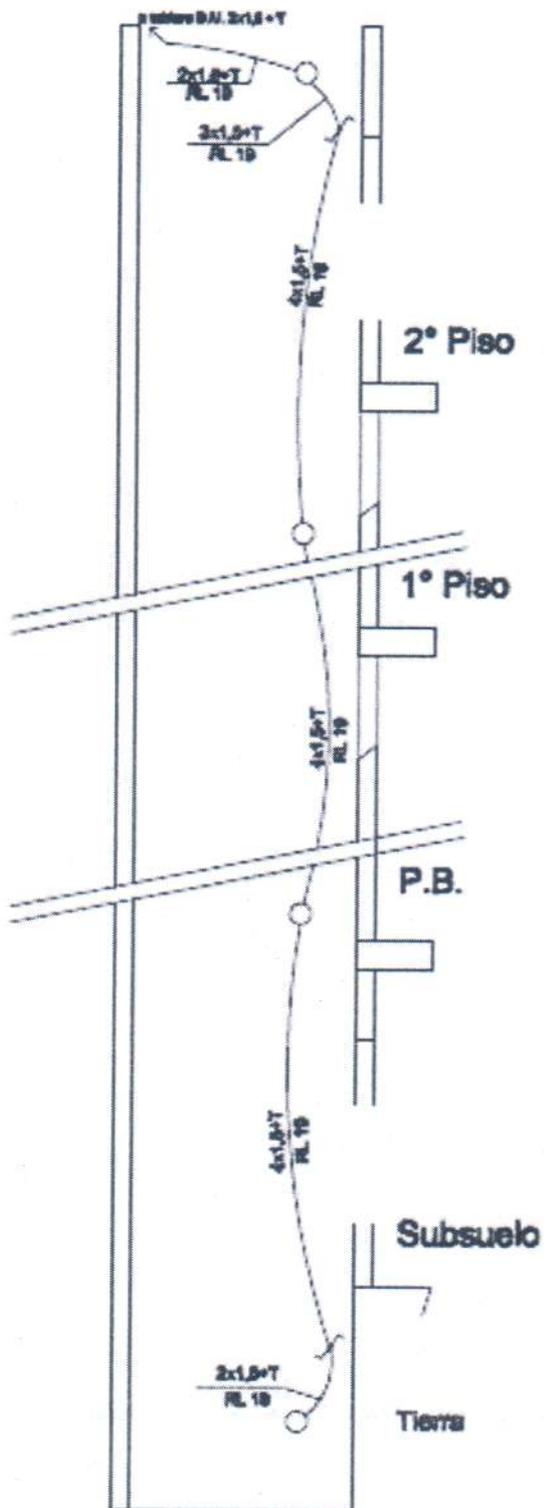
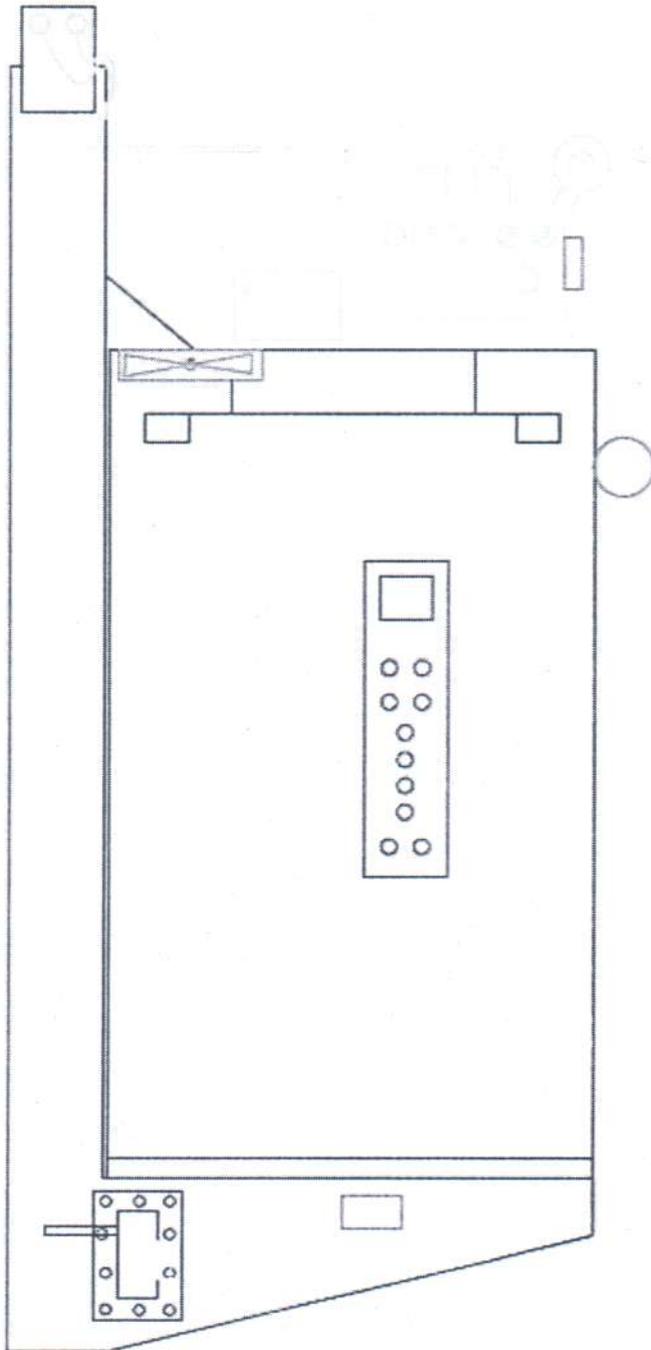
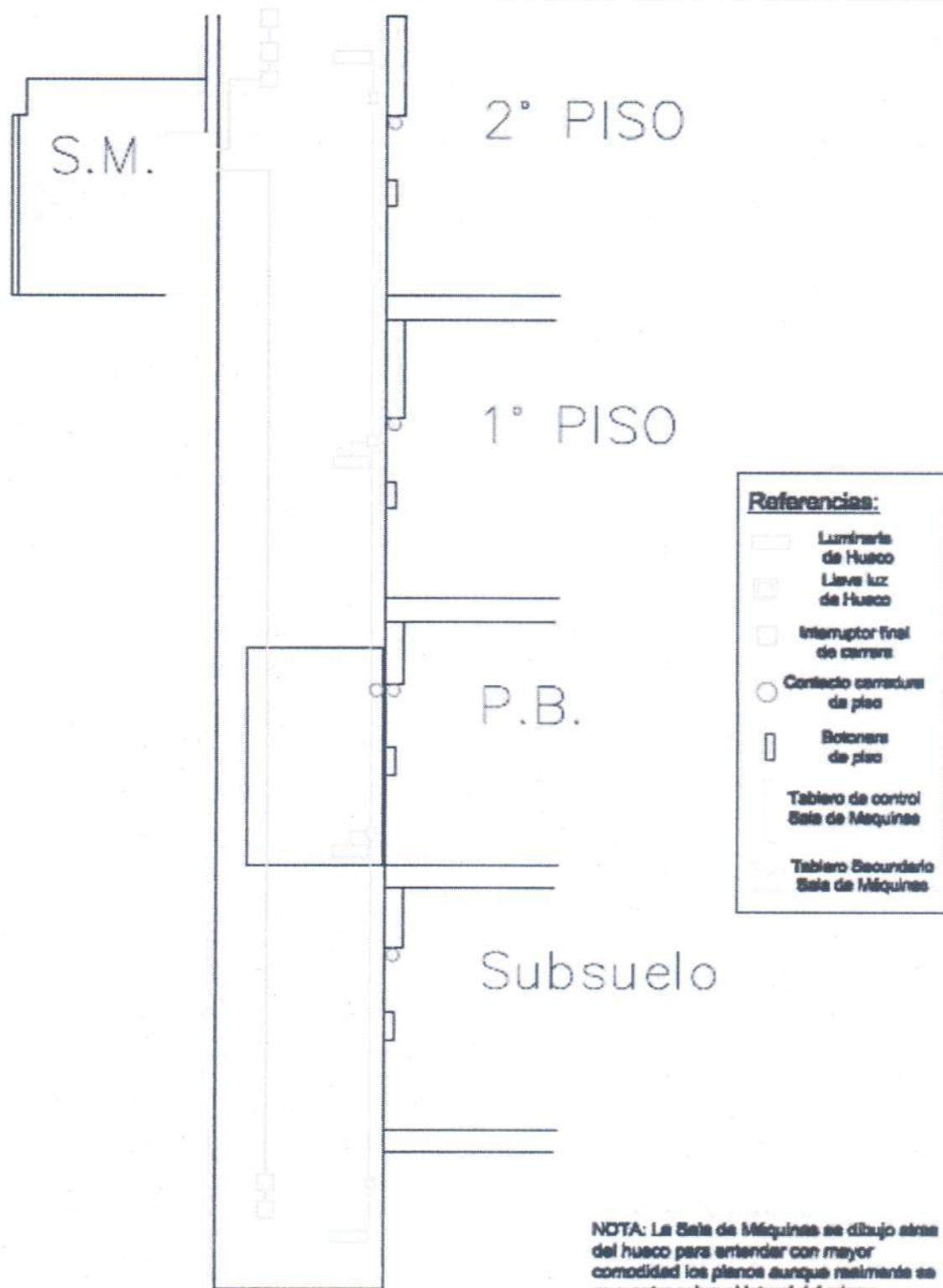


DIAGRAMA DE CABLEADO DE LAS LUMINARIAS DEL HUECO



Referencias:

-  **Botonera de cabina**
-  **Contacto cerradura de cabina**
-  **Caja de inspección con Luz, alarma de emergencia autónoma y tomacorrientes superior**
-  **Extractor**
-  **Balanza**
-  **Toma corrientes inferior**
-  **Sensor Magnético**
-  **Luminaria interior**



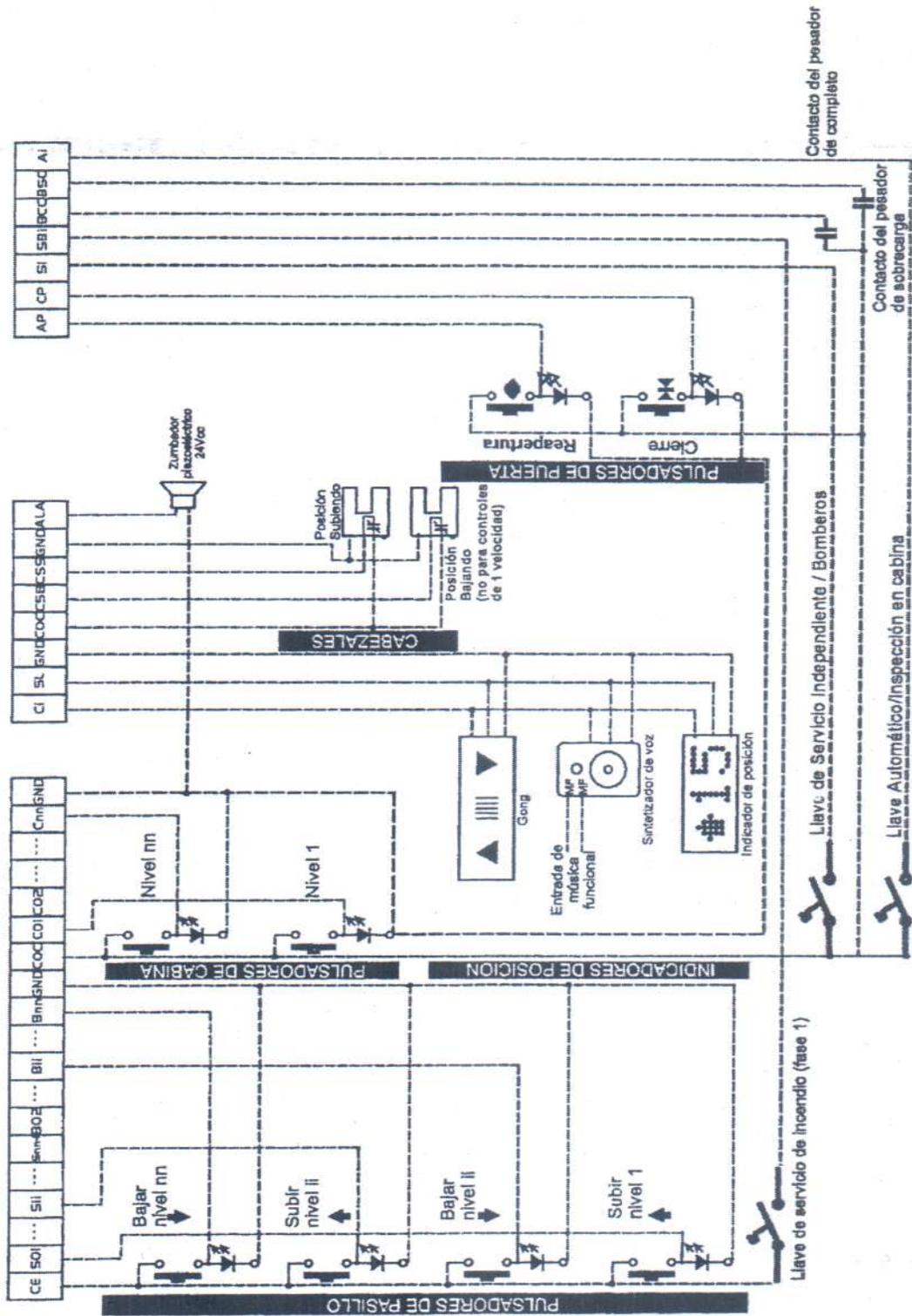
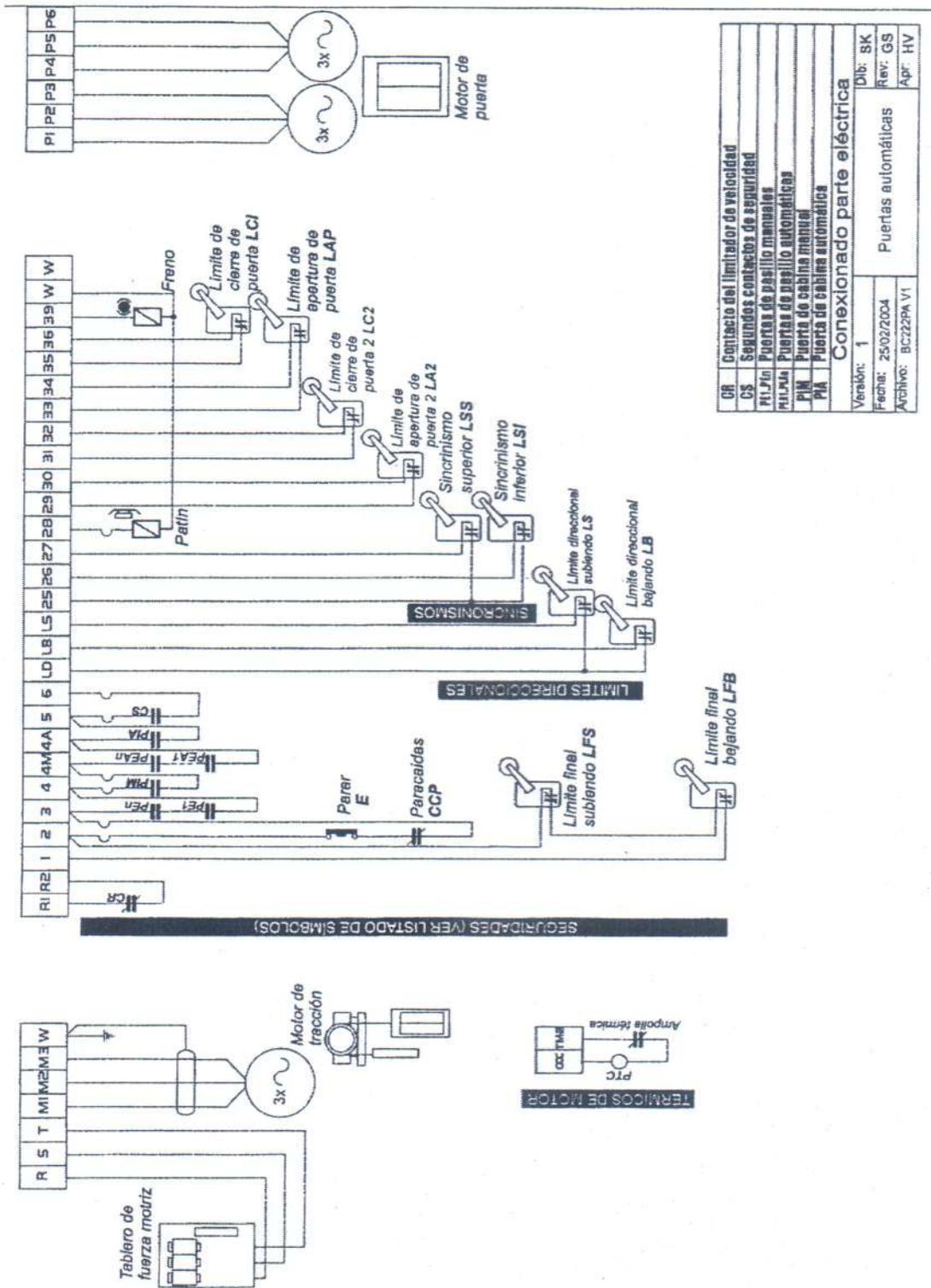


Ilustración 1: Diagrama de conexionado de la parte electrónica



CR	Contacto del limitador de velocidad
CS	Segundos contactos de seguridad
PI, PIA, PIM, PIA	Puertas de pasillo manuales y automáticas
PIM, PIA	Puertas de cabina manual y automática
Conexionado parte eléctrica	
Version: 1	Dib: SK
Fecha: 25/02/2004	Rev: GS
Archivo: BC222PA V1	Apr: HV
Puertas automáticas	

Ilustración 2: Diagrama de conexionado de la parte eléctrica y de potencia

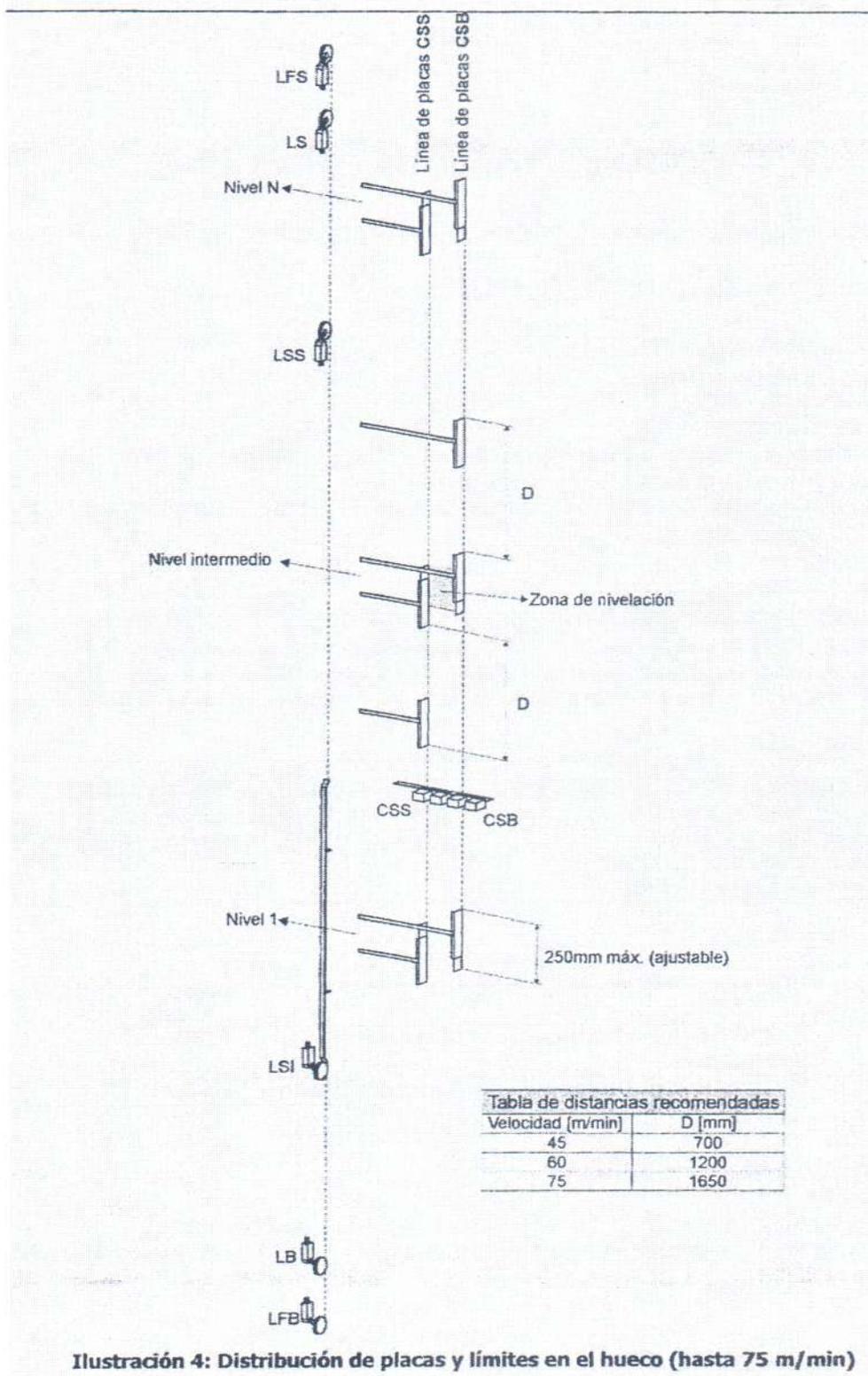


Ilustración 4: Distribución de placas y límites en el hueco (hasta 75 m/min)



CONVOCATORIA DE OFERTAS

Nombre organismo contratante: Universidad Nacional de Mar del Plata

PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN

Tipo: Licitación Pública 1/2014

Clase: De etapa única nacional

Modalidad: Sin Modalidad

Expediente: 1-7113/2013

Objeto de la contratación: OBRA: "Equipo Electromotriz Adecuación Ascensor Público y Adecuación pasadizo ascensor - Facultad de Ingeniería"

Lugar entrega único: FACULTAD DE INGENIERIA (JUAN B. JUSTO 4302 (7600) MAR DEL PLATA, Buenos Aires)

Retiro de pliego	Consulta de pliego
Dirección: JUAN B. ALBERDI 2695, (7600), MAR DEL PLATA, Buenos Aires Plazo y horario: De Lunes a Viernes de 08 a 13 horas, hasta el día anterior a la fecha de Visita de Obra Costo del pliego: \$ 0,00	Dirección: JUAN B. ALBERDI 2695, (7600), MAR DEL PLATA, Buenos Aires Plazo y horario: De Lunes a Viernes de 08 a 13 horas, hasta el día anterior a la fecha de Visita de Obra
Presentación ofertas	Acto de apertura
Dirección: JUAN B. ALBERDI 2695, (7600), MAR DEL PLATA, Buenos Aires Fecha de inicio: 03/01/2014 Fecha de finalización: 25/02/2014 Hora de finalización: 10:00 hs.	Lugar/Dirección: JUAN B. ALBERDI 2695, (7600), MAR DEL PLATA, Buenos Aires Día y hora: 25/02/2014 a las 10:00 hs.

RENGLONES

Renglón	Descripción	Unidad de medida	Cantidad
1	Equipo Electromotriz Adecuación Ascensor Público - Facultad de Ingeniería	UNIDAD	1
2	Obra: "Adecuación pasadizo ascensor - Facultad de Ingeniería"	UNIDAD	1

CLAUSULAS ESPECIFICAS

ARTÍCULO 1:

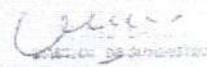
MONEDA DE COTIZACIÓN: COTIZAR EN PESOS CON NO MÁS DE DOS (2)

DECIMALES, CASO CONTRARIO, SÓLO SE TENDRÁN EN CUENTA LOS PRIMEROS DOS (2).

Fecha impresión: 03/01/2014

Impreso con SIU-Disguita

1



Renglon 1
Equipo Electromotriz Adecuación Ascensor Público - Facultad de Ingeniería

Especificaciones Técnicas

El equipo y sus accesorios deben cumplir con la totalidad de las normas vigentes.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Tipo: Ascensor de pasajeros
Capacidad: Mayor de 500 Kg
Velocidad: Dos velocidades 45 y 15 m/min
Recorrido: Aproximadamente 10 m
Paradas: Cuatro, desde subsuelo hasta segundo piso
Entradas: Por el frente
Fuerza motriz: Trifásica 3x380 V 50 Hz
Control de máquina: Frecuencia variable
Tipo de máquina: Tracción directa sin engranajes, o motor y caja reductora.
Ubicación de la máquina: lateral al pasadizo
Maniobra: Colectiva Ascendente - descendente - simplex

CABINA

Dimensiones: plataforma 1.10 x 1.30 m mínimo, pasadizo 1.40 x 1.80 m
Material coche: Chapa de acero BWG 16
Piso: Goma bastonada negra o equivalente a aprobar por Univ.
Cielorraso: Acrílico opalino con luz fluorescente, o equivalente reglamentario.
Acceso a cabina: Uno por el frente
Puertas: Automáticas de chapa de acero, terminación esmalte color a elección, o acero inoxidable. Motor de accionamiento controlado por frecuencia variable.
Botonera: Botones de micromovimiento, antivándalos, numeración convencional y Braille
Señalización: Luminosa alfanumérica
Ventilación: Inyección forzada de aire
Accesorios: Zócalos y pasamanos de acero inoxidable, barrera infrarroja en control de puerta

SEÑALES

Indicadores: Flechas de dirección luminosas en pisos, alfanumérico en planta baja
Botoneras de piso: Dos botones de micromovimiento, antivándalos, con luz indicadora de llamada registrada con flecha de dirección

PASADIZO

Contrapeso: lateral

ANEXO P

Paracaídas de coche: Instantáneo
Guías de coche: ubicación lateral

PUERTAS DE PISO

Accionamiento: Automáticas de apertura unilateral
Dimensiones: Reglamentarias según ley de accesibilidad,
Material: Chapa de acero, terminación esmalte color a elección, o acero inoxidable.
Marcos: Mini cajón de chapa de acero, terminación esmalte color a elección, o acero inoxidable.
Destrabe de puertas: Cuchilla retráctil

MÁQUINA TRACCIÓN

Motor: Trifásico, sincrónico, de imanes permanentes, o sincrónico trifásico.
Estructura de reenvío: Perfiles de acero PNH y poleas de acero
Apoyo máquina: Perfiles de acero PNL
Transmisión: Tracción directa, o motor y reductora a engranajes en baño de aceite.
Freno: Electromecánico

VARIOS

Defensas de alambre tejido en lateral de pasadizo en nivel 2º piso, planos de proyecto, fletes, montaje, presentación municipal con aranceles, honorarios de Proyecto y Dirección, Tableros eléctricos de protección y control, y línea de alimentación desde punto a indicar por la Inspección, mantenimiento y service por 12 meses.

DEPARTAMENTO DE OBRAS, 31 de mayo de 2013

Renglón 1
"Equipo electromotriz Adecuación Ascensor Público – Facultad de Ingeniería"



MEMORIA DESCRIPTIVA

Se desea instalar un nuevo equipo de ascensor en el pasadizo existente. El nuevo equipo será totalmente ajustado a las normativas vigentes de accesibilidad y contará con cuatro paradas.

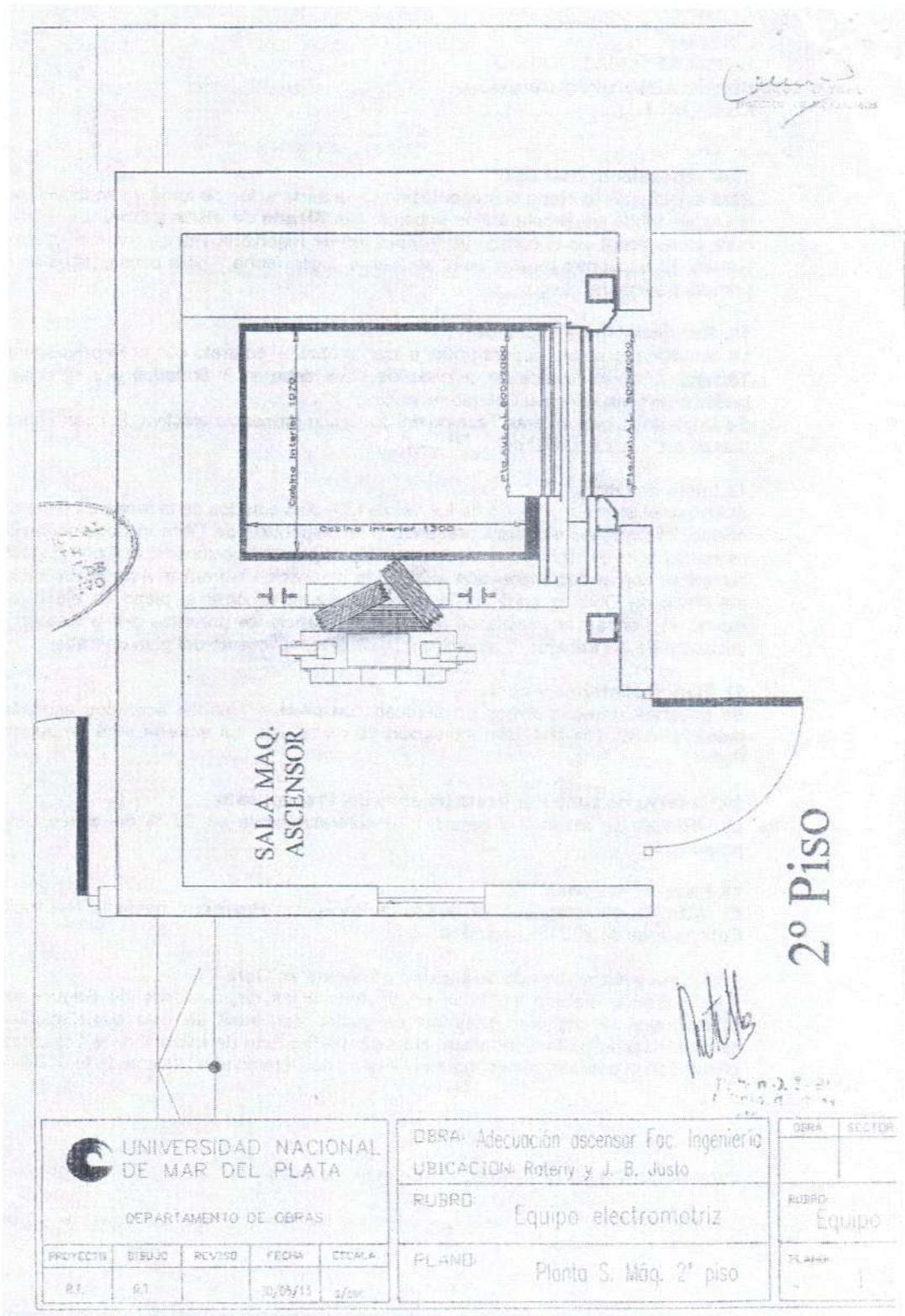
La máquina de tracción será del tipo trifásica y con control electrónico de velocidad.

Por agregarse una parada en el segundo piso se deberá disponer la máquina de tracción en el lateral del pasadizo y por ello se hará una estructura de soporte de esfuerzos y un tren de poleas para reenvío de cables al contrapeso.

La cabina y las puertas se ajustarán totalmente al reglamento vigente de electromecánica y eliminación de barreras arquitectónicas.

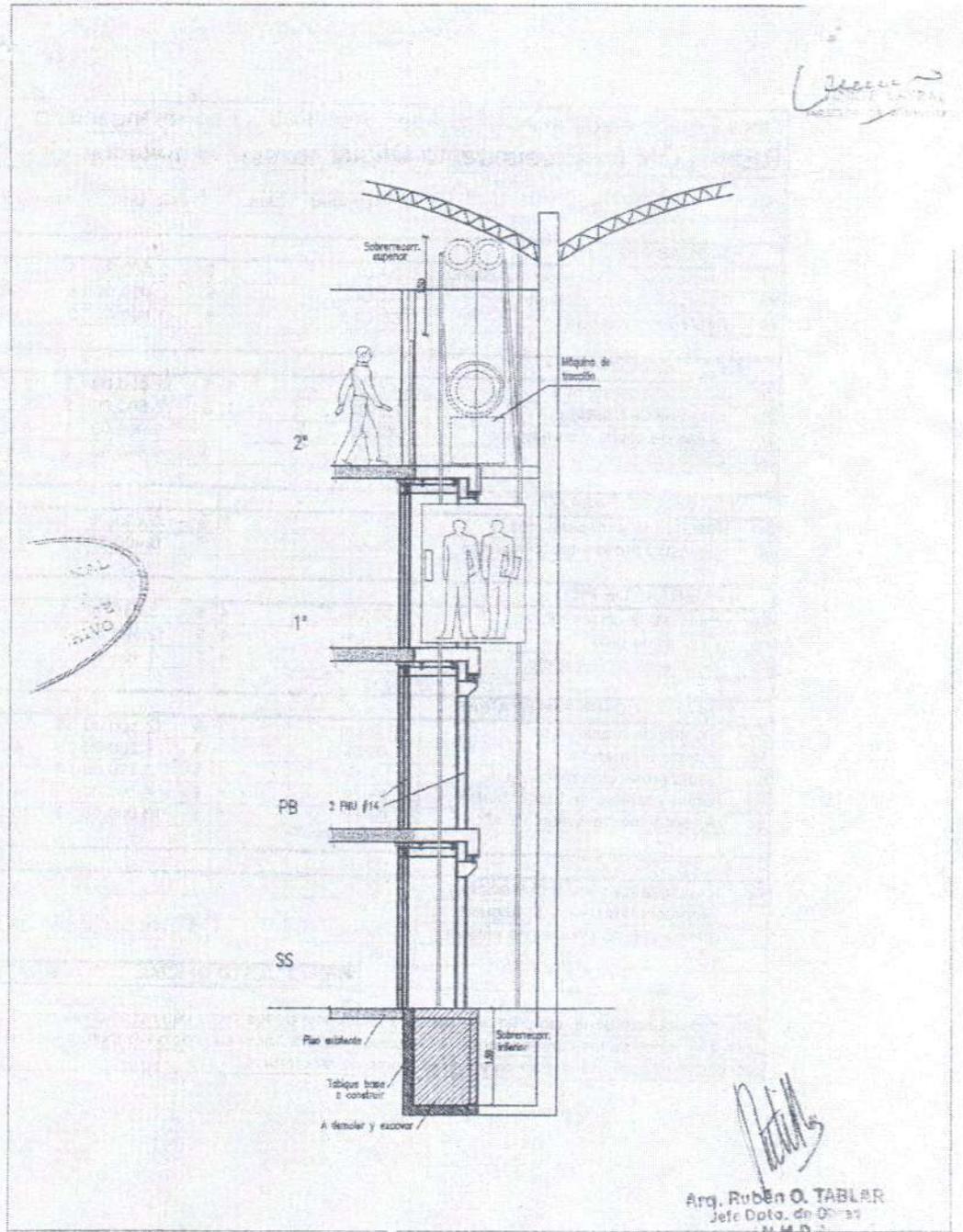
DEPARTAMENTO DE OBRAS, 31 de mayo de 2013

ANEXO P



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA DEPARTAMENTO DE OBRAS					OBRA: Adecuación ascensor Fac. Ingeniería UBICACIÓN: Rotery y J. B. Justo		OBRA	SECTOR
					RUBRO: Equipo electromatriz		RUBRO: Equipo	
PROYECTO	DISEÑO	REVISO	FECHA	ETIQUETA	PLANO:		PLANO	
R1	R1		30/05/11	s/cv	Planta S. Máq. 2° piso		1	

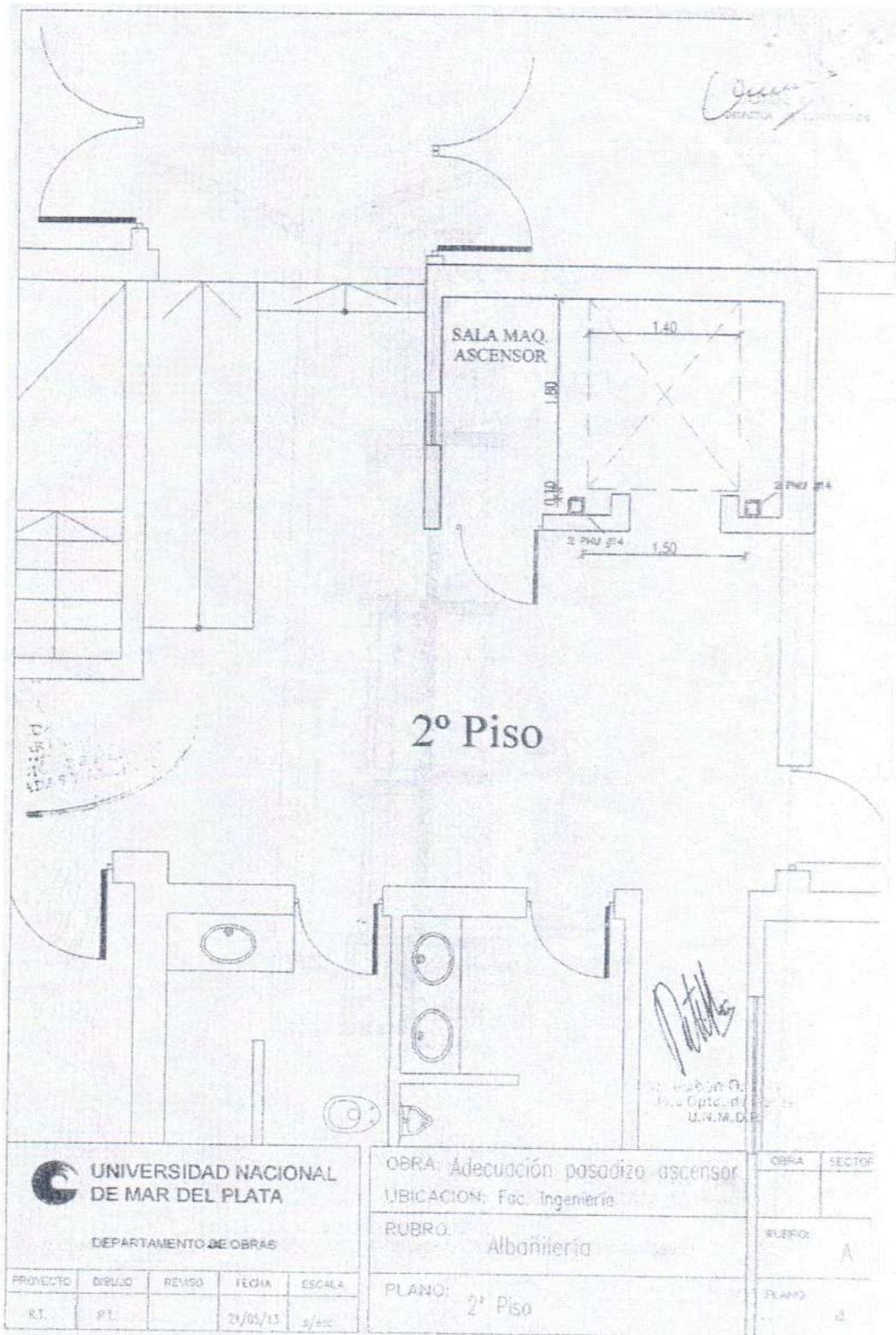
ANEXO P



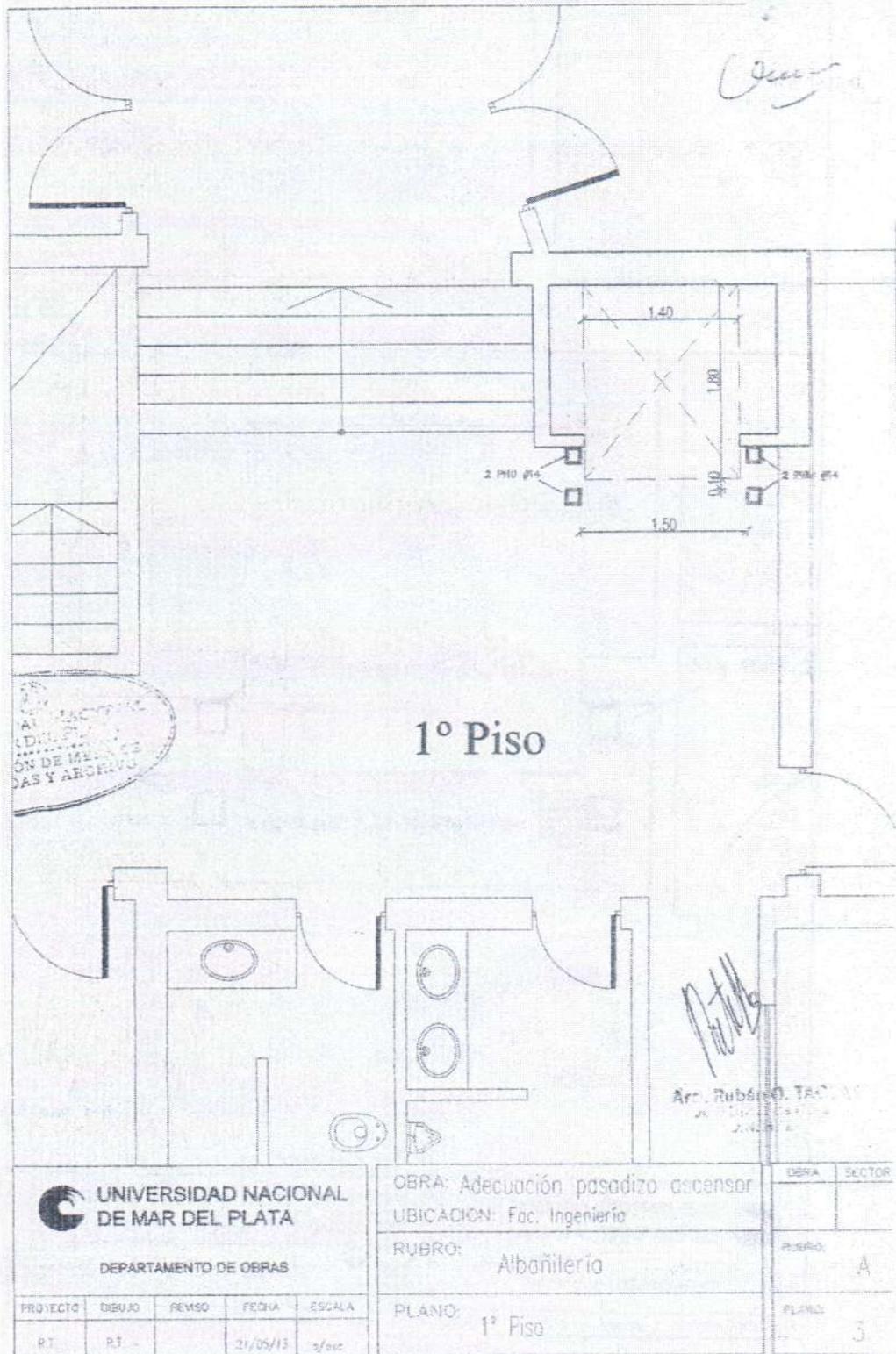
Arg. Rubén O. TABLAR
 Jefe Depto. de O. y M.
 U.N.M.P.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA DEPARTAMENTO DE OBRAS					OBRA:	Adecuación ascensor Fac. Ingeniería	OBRA:	SECTOR
					UBICACION:	Fac. Ingeniería		
					RUBRO:	Equipo Electromotriz	RUBRO:	Equipo
					PLANO:	Corte Pasadizo	PLANO:	2
PROYECTO	DIBUJO	REVISO	FECHA	ESCALA				
R.T.	R.T.		30/05/13	3/80c				

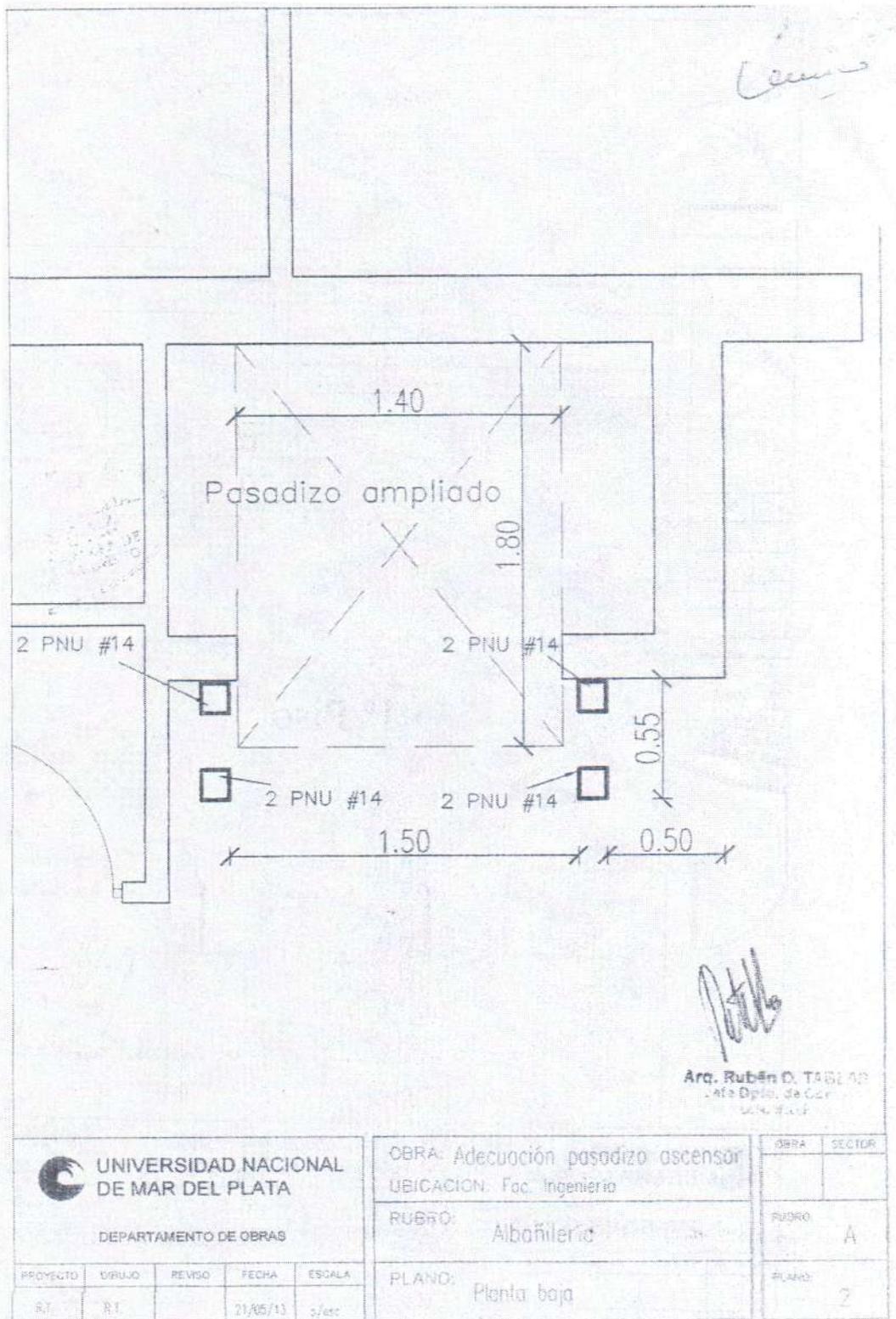
ANEXO P



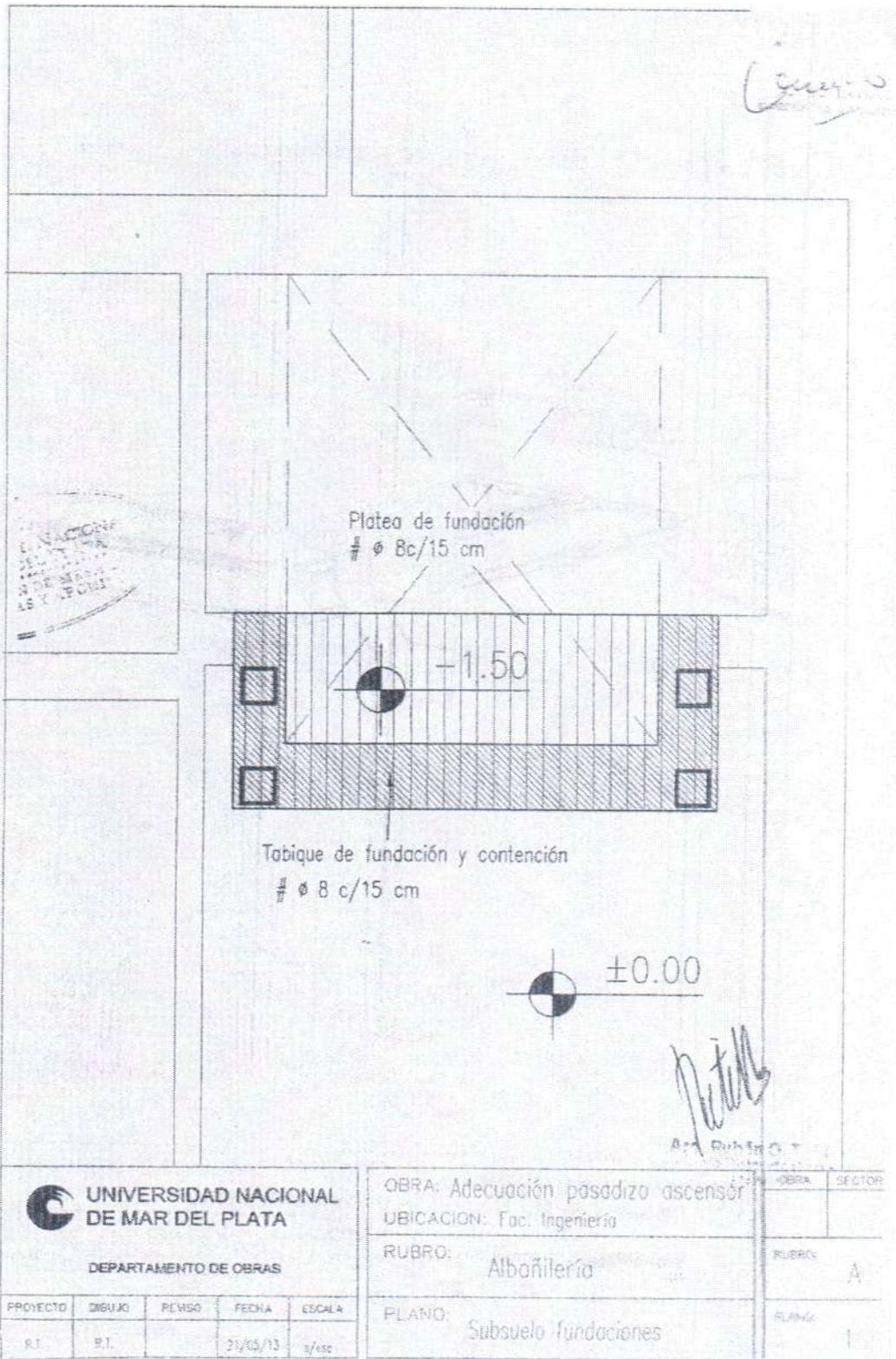
ANEXO P



ANEXO P

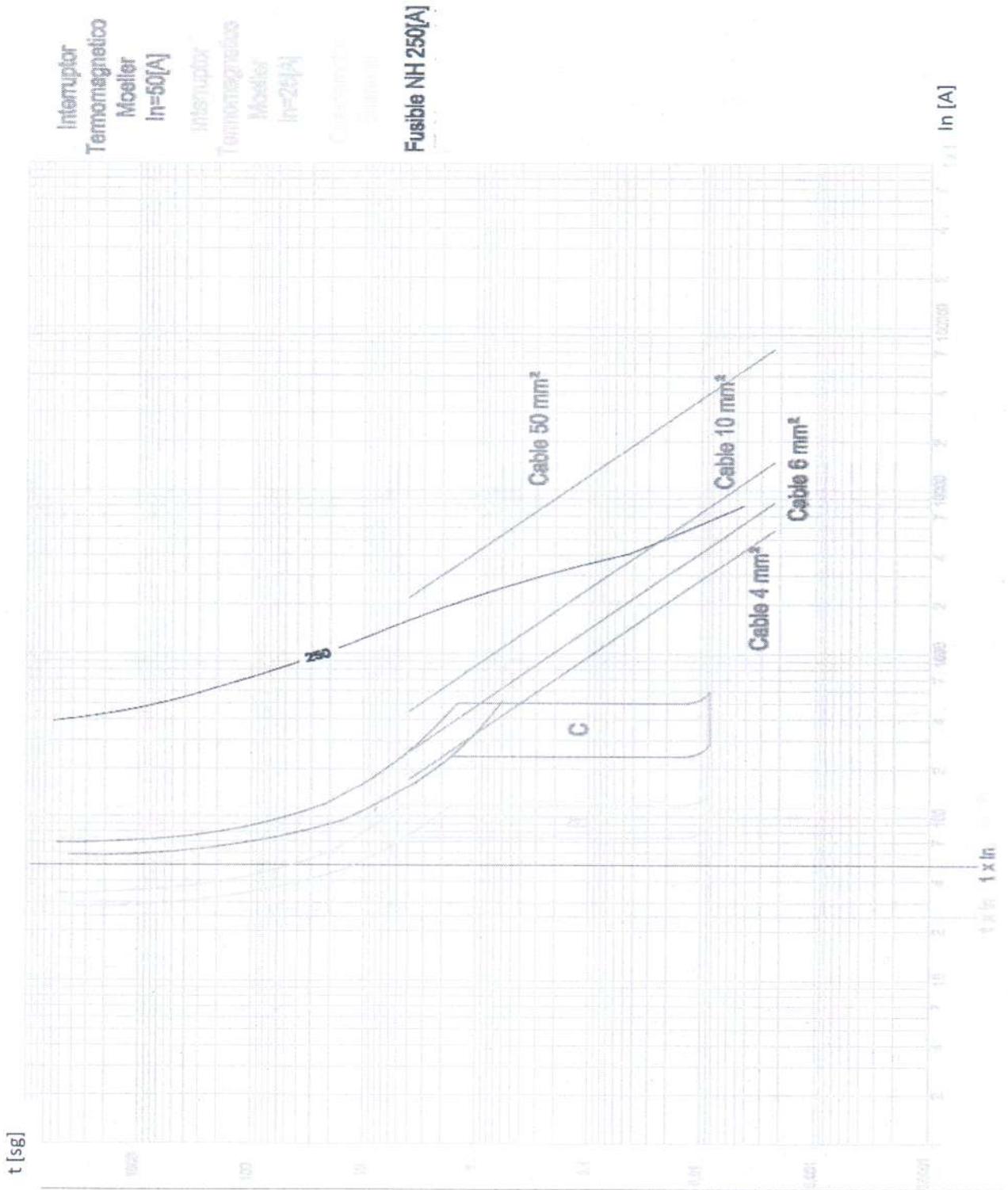


ANEXO P



ANEXO Q

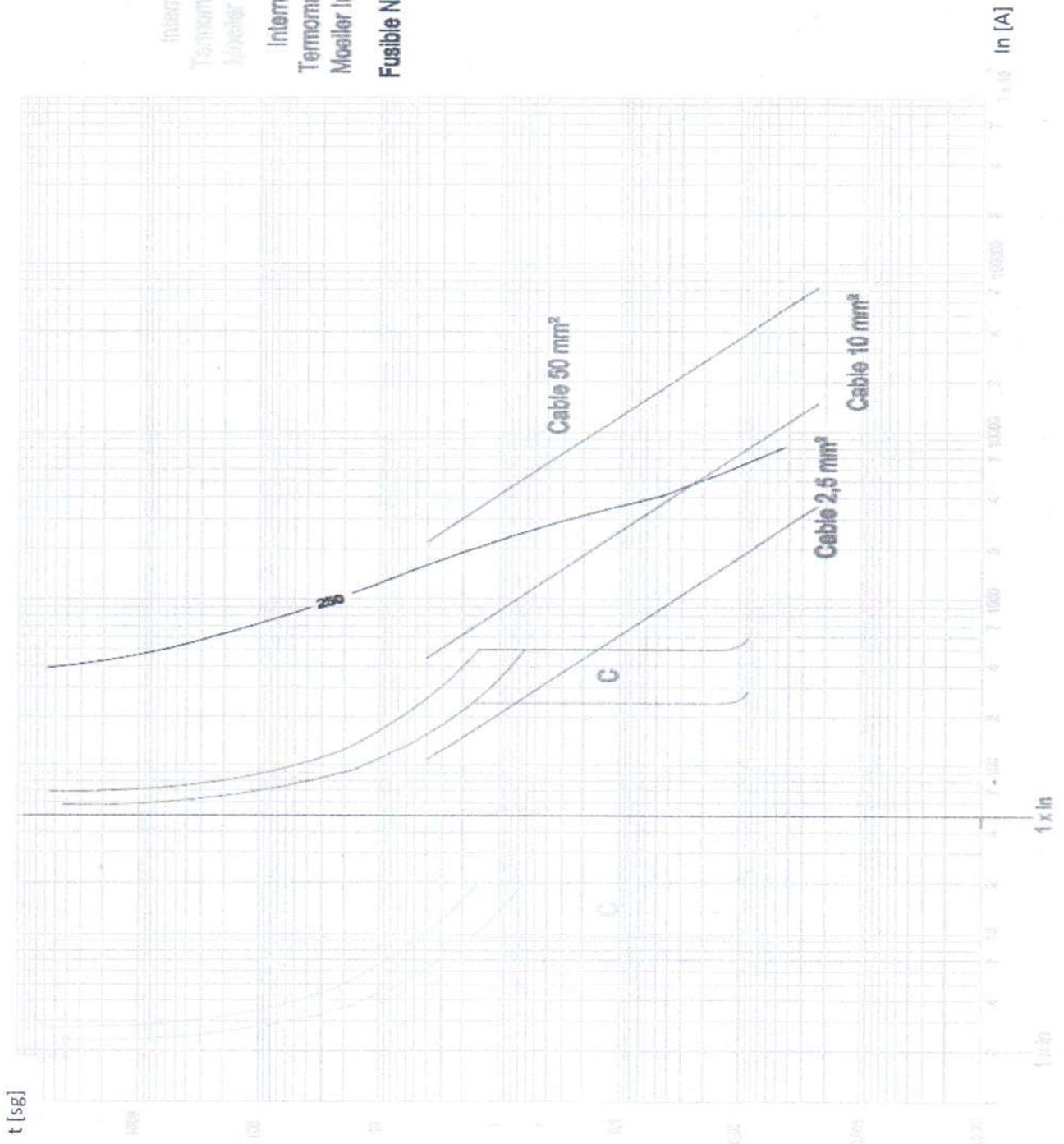
Coordinación de aparataje del circuito de potencia:



ANEXO Q

Coordinación de aparataje del circuito de maniobra:

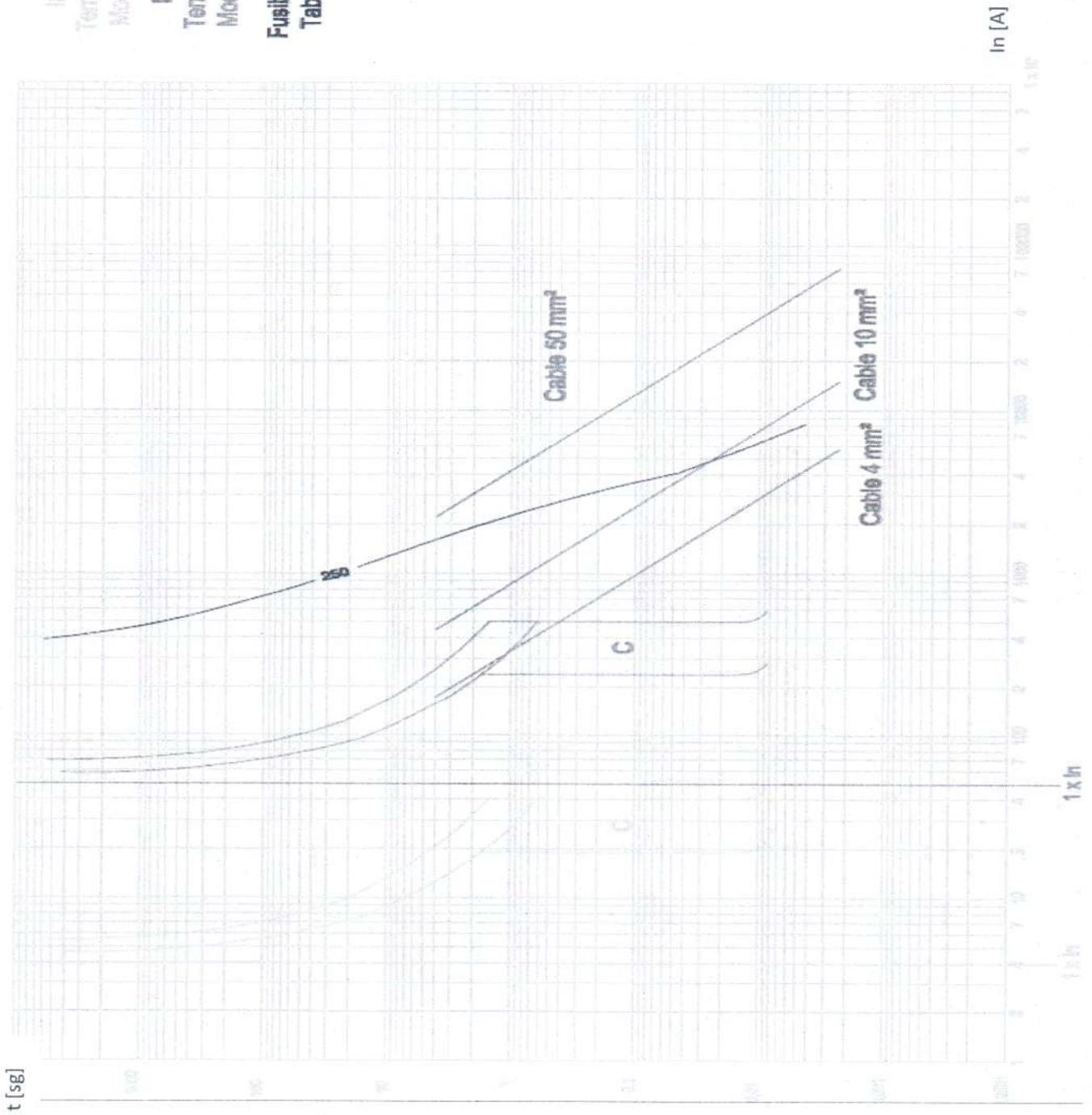
Interruptor
 Termomagnético
 Mcciler In= 2[A]
 Interruptor
 Termomagnético
 Mcciler In= 50[A]
 Fusible NH 250[A]



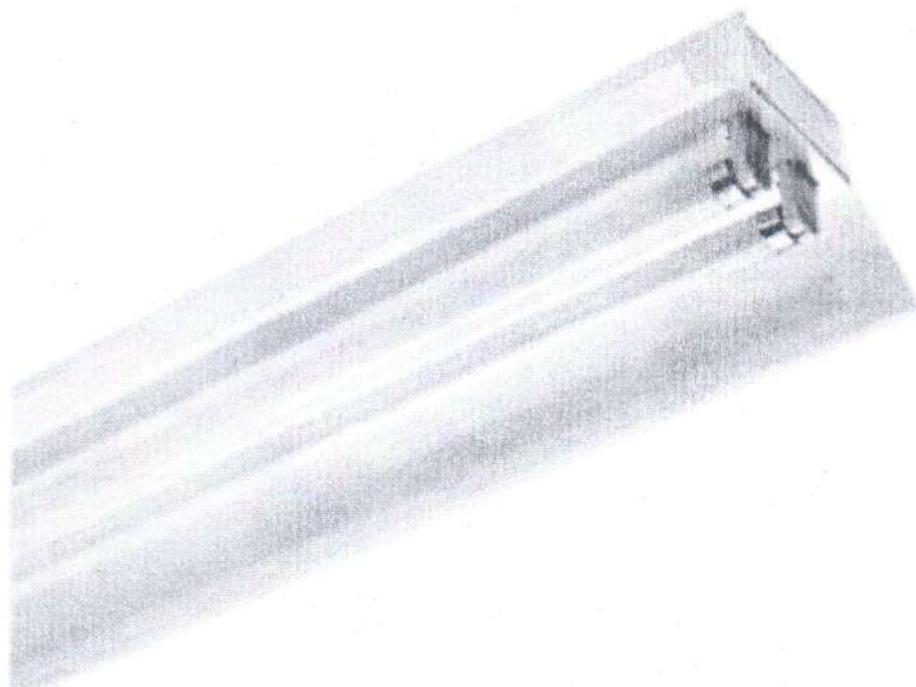
ANEXO Q

Coordinación de aparataje del circuito de elementos eléctricos secundarios

- Interrupidor
- Termomagnético
- Moeller In=4[A]
- Interrupidor
- Termomagnético
- Moeller In=50[A]
- Fusible NH 250 [A]
- Tablero principal



Línea Fluorescentes Industriales



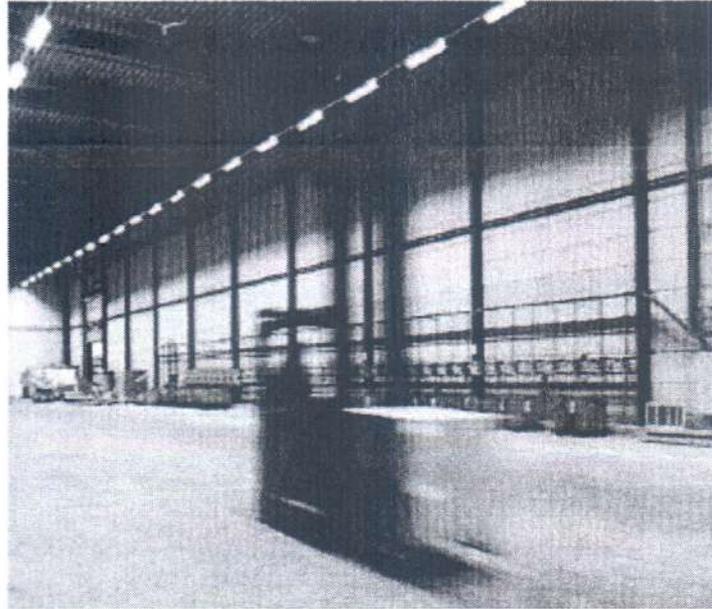
TMS-P / TMR-P

Luminarias industriales portatubos y equipos, aptas para aplicar o suspender, cuerpo prismático en metal esmaltado con equipo auxiliar standard o electrónico incorporado en el mismo; Versión TMR-P con pantalla reflectora desmontable (portaequipo y tubos) terminación esmaltada blanco níveo. Accesorio: pantalla reflectora con louver antideslumbrante ajetado en metal esmaltado.

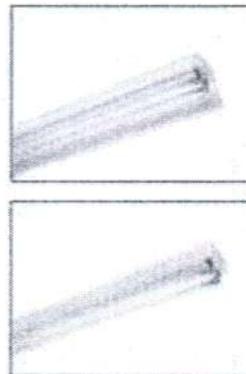
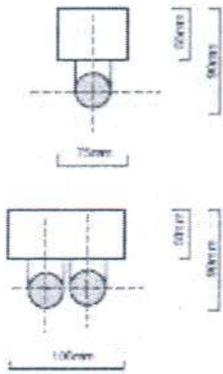
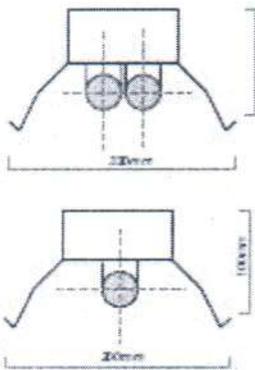
TMS-P / Master-Slave
 La luminaria TMS-P puede ofrecerse en versión "master-slave", dos luminarias independientes para un tubo que comparten el equipo auxiliar (electrónico), alojado en uno de los dos listones (módulo "master"); este sistema es especialmente indicado para iluminación de górgatas, permiten superponerse para eliminar efectos de sombras.

Potencias:
 1x36-58W / MASTER TLD
 2x36-58W / MASTER TLD
 2x1x36-58W / MASTER TLD (Master-Slave)

Potencia versión LED
 (sin necesidad de balasto auxiliar, directo a 220V, 30.000hrs de vida útil):
 1x22W / MASTER LEDTUBE
 2x 22W / MASTER LEDTUBE

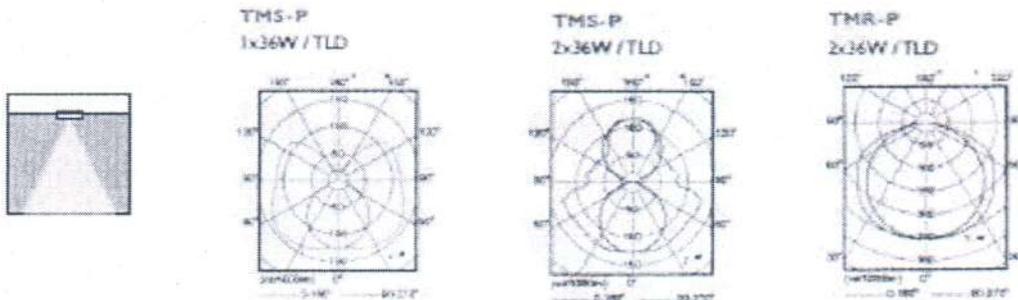


Dimensiones:
 1240mm (longitud 36W/LED)
 1540mm (longitud 58W)



TMR-P
 2x36W / TLD
 Opcional: louver antideslumbrante tipo aletado en metal esmaltado.

TMS-P
 1x36W / TLD





MASTER TL-D Super 80

MASTER TL-D Super 80 1m 36W/830 1SL

La MASTER TL-D Super 80 ofrece más lúmenes por vatio y mejor reproducción del color que los colores estándar TL-D. Además, tiene un menor contenido de mercurio. La lámpara se puede utilizar en luminarias TL-D existentes.

• Características Generales

Base/Casquillo	G13 [Medium Bi-Pin Fluorescent]
Forma de la lámpara	T8 [26 mm]
Vida Media (10%) con Equ.Conv.	12000 hr
Vida 10% fall c/ precald EL 3 h	17000 hr
Vida 10% fall s/ precald EL 3 h	10000 hr
Vida Media (50%) con Bal.conv.	15000 hr
Vida Media Bal.Elec.Precaldeo	20000 hr
Vida Media con Bal.Elec.Básico	12000 hr
LSF EM 2.000 h nom, ciclo 3 h	99 %
LSF EM 4.000 h nom, ciclo 3 h	99 %
LSF EM 6.000 h nom, ciclo 3 h	99 %
LSF EM 8.000 h nom, ciclo 3 h	99 %
LSF EM 12.000 h nom, ciclo 3 h	89 %
LSF EM 16.000 h nom, ciclo 3 h	33 %
LSF EM 20.000 h nom, ciclo 3 h	2 %

• Características de la Fuente de Luz

Código de Color	830 [CCT of 3000K]
Índice Reproducción Cromática	85 Ra8
Designación de Color	Blanco Cálido

Temperatura de Color	3000 K
Flujo lum EM 25°C, nominal	3100 Lm
Flujo lum EM 25°C, nominal	3100 Lm
Eficacia lum nominal EM 25°C	86 Lm/W
Luminancia Balasto Conv.	1.40 cd/cm ²
LLMF EM 2.000 h nominal	96 %
LLMF EM 4.000 h nominal	95 %
LLMF EM 6.000 h nominal	94 %
LLMF EM 8.000 h nominal	93 %
LLMF EM 12.000 h nominal	92 %
LLMF EM 16.000 h nominal	91 %
LLMF EM 20.000 h nominal	90 %
Temperatura de diseño	25 C
Coordenada Cromática X	444 -
Coordenada Cromática Y	410 -

• Características Eléctricas

Pot. de la Lámpara Estimada	36 W
Potencia lámpara EM 25°C, nom	36 W

ANEXO R

Potencia lámpara EM 25°C, nom	36.0 W
Tensión lámpara EM 25°C	80 V
Corriente lámp EM 25°C	0.560 A
Regulable	Sí

• Características Medioambientales

Etiqueta Eficiencia Energética	A
Contenido de mercurio (Hg)	2.0 mg
Energy consumption kWh/1000h	42 kWh

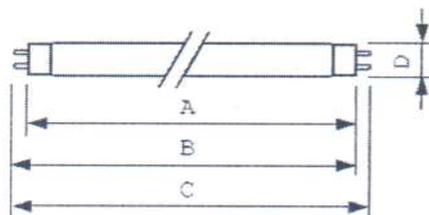
• Características de Dimensiones

Longitud Casquillo- -Casquillo A	970.0 (max) mm
Longitud B de Inser- ción	974.7 (min), 977.1 (max) mm
Longitud Total C	984.2 (max) mm

Plano de dimensiones

MASTER TL-D Super 80 1m 36W/830 1SL

Product	A (Max)	B (Min)	B (Max)	C (Max)	D (Max)
TL-D 1m 36W/830	970.0	974.7	977.1	984.2	28



LUZ DE EMERGENCIA a LEDs

atomlux

Modelo 2020LED

MANUAL DE USO

FABRICA Y GARANTIZA

atomlux s.r.l.
GARANTIA 2 AÑOS
INDUSTRIA ARGENTINA
INTRODUCCION

Esta Luz de Emergencia a LED ATOMLUX es de tipo Autónoma No-Permanente y está diseñada para encenderse automáticamente ante un corte de energía eléctrica.

Prácticamente no requiere instalación; basta con conectarla a la red de energía eléctrica. El cargador interno autorregulado se encargará de mantener la batería totalmente cargada y de protegerla de sobrecargas. Adicionalmente, esta Luz de Emergencia a LED cuenta con protección de corte por fin de autonomía, que protege a la batería de una sobredescarga.

ESPECIFICACIONES		
Modelo	2020LED	
Tensión y frecuencia de alimentación	220 V ~ 50Hz / 60Hz	
Intensidad de corriente de alimentación (cargando baterías)	40mA	
Factor de potencia	0,9	
Flujo luminoso nominal	90 Lm	
Fuente de luz	60 LEDs blancos de alto brillo	
Batería sellada de plomo-ácido de electrolito absorbido	6V 4.2AH	
Tiempo aproximado de autonomía (con batería plenamente cargada)	12 horas	
Tiempo de recarga de la batería con 220 VCA de alimentación	24 horas	
Dimensiones del equipo (en mm)	Ancho	85
	Alto	100
	Largo	700
Peso neto del equipo	1.75 Kg.	
Tipo de superficie de montaje	Apto para superficie normalmente inflamable	
Temperatura ambiente nominal máxima "ta"	40°C	
Aislación de protección	Clase II	
Pantalla de protección	Translúcida de poliestireno	
Tipo de uso	Interior únicamente	

Curva Fotométrica

