



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Máster Universitario en Ingeniería del Mantenimiento

Proyecto Final de Máster

DISEÑO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE UN ASCENSOR ELÉCTRICO

Autora: África Peña Gil
Director: Vicente Macián Martínez
Julio, 2017

Contenido

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	3
1.1 OBJETIVO	4
1.2 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	4
CAPÍTULO 2: LA EMPRESA	6
2.1 PRESENTACIÓN.....	7
2.2 FUNCIONES Y OBJETIVOS	8
2.3 ORGANIGRAMA Y ESPECIFICACIONES.....	10
2.4 GESTIÓN DE CALIDAD DE LA EMPRESA	12
2.5 TIPOS DE ASCENSORES.....	14
2.5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	14
2.5.2 ASCENSOR ELÉCTRICO CONVENCIONAL.....	15
2.5.3 ASCENSOR HIDRÁULICO	16
2.5.4 ASCENSOR ELÉCTRICO MODELO 1	17
2.5.5 ASCENSOR ELÉCTRICO MODELO 2	17
2.5.5 ASCENSOR ELÉCTRICO MODELO 2	18
2.5.6 MONTACOHES/MONTACARGAS	19
2.5.7 ASCENSOR UNIFAMILIAR.....	20
CAPÍTULO 3: EL ASCENSOR.....	21
3.1 DEFINICIÓN DE ASCENSOR	22
3.2 CLASIFICACIÓN DE ASCENSORES.....	23
3.2.1 SEGÚN EL MECANISMO TRACTOR.....	23
3.2.2 SEGÚN EL TIPO DE RELACIÓN.....	25
3.2.3 SEGÚN EL TIPO DE CHASIS.....	28
3.2.4 SEGÚN EL NÚMERO DE EMBARQUES	29
3.3 COMPONENTES COMUNES DE LOS ASCENSORES ELÉCTRICOS E HIDRÁULICOS	30
3.3.1 GUÍAS.....	30
3.3.2 SOPORTES GUÍA PARED.....	31
3.3.3 PUERTAS DE CABINAS/RELLANOS	32
3.3.4 ENCLAVAMIENTO MECÁNICO	34
3.3.5 PATINES Y LEVAS	34
3.3.6 CABINA	35
3.3.7 CHASIS DE CABINA.....	35
3.3.8 BOTONERAS CABINA/RELLANOS.....	36

3.3.9	MANIOBRA	36
3.3.10	AMORTIGUADOR.....	37
3.3.11	PARACAÍDAS.....	38
3.3.12	LIMITADOR DE VELOCIDAD	39
3.4	COMPONENTES ESPECÍFICOS DE UN ASCENSOR ELÉCTRICO.....	40
3.4.1	CONTRAPESO.....	40
3.4.2	PESAS DE CONTRAPESO	41
3.4.3	CHASIS DE CONTRAPESO.....	41
3.4.4	PANTALLA DE PROTECCIÓN DEL CONTRAPESO	42
3.4.5	PUENTE DE CONTRAPESO	42
3.4.6	MÁQUINA	43
3.4.7	BANCADA.....	43
3.4.8	ARMARIOS DE MANIOBRA PARA ASCENSORES ELÉCTRICOS	45
CAPÍTULO 4: MANTENIMIENTO DE LOS COMPONENTES DE UN ASCENSOR ELÉCTRICO		46
4.1	INTRODUCCIÓN.....	47
4.2	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	48
4.2.1	TABLA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UN ASCENSOR ELÉCTRICO	49
4.2.2	PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UN ASCENSOR A LOS 10 AÑOS.....	50
4.3	PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	52
4.3.1	TABLAS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE UN ASCENSOR ELÉCTRICO.....	53
4.3.2	PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE UN ASCENSOR A LOS 10 AÑOS	59
4.3.3	EJEMPLOS DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN	62
4.4	MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	67
4.5	ÓRDENES DE TRABAJO	68
4.5.1	ÓRDENES DE TRABAJO DE MANTEMIENTO PREVENTIVO.....	68
4.5.2	ORDEN DE TRABAJO DE MANTEMIENTO PREDICTIVO.....	72
4.5.3	ORDEN DE TRABAJO DE MANTEMIENTO CORRECTIVO	73
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES.....		74
5.1	CONCLUSIONES	75
5.2	DESARROLLOS FUTUROS	76

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO

Este Trabajo Final de Máster (TFM) tiene dos objetivos fundamentales.

El primero consiste en la propuesta de la introducción del sistema de mantenimiento de ascensores en esta empresa, debido a que no existe actualmente nada relacionado con el mantenimiento. A pesar de que la empresa no fabrica los ascensores, sólo los comercializa, se puede proponer que se introduzca el plan de mantenimiento de los ascensores a la vez que se ofrece toda la documentación necesaria al cliente.

En segundo lugar, también se pretende cumplir el objetivo docente del Máster de Ingeniería del Mantenimiento, que es realizar el TFM a partir de todos los conocimientos adquiridos en este Máster.

1.2 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

Este TFM se ha desarrollado en diferentes capítulos.

En primer lugar se hará una presentación de la empresa, se expondrá su organigrama general y se detallarán los datos más importantes; así como la función de la empresa y sus principales objetivos. Se incluirá también la política de la gestión de calidad de la empresa.

En segundo lugar se explicará detalladamente lo que es un ascensor, describiendo todos los elementos que lo componen. También se nombrarán los diferentes tipos de ascensores que se diseñan en la empresa, como son los hidráulicos, eléctricos, montacargas, montacoches o unifamiliares; para posteriormente centrarnos en los eléctricos.

Respecto a estos últimos, se detallarán sus componentes de seguridad, los diferentes tipos de ascensores eléctricos que diseña la empresa, su instalación y sus elementos principales.

En este apartado también se explicarán brevemente las normas por las que se rigen los ascensores y las que tienen que cumplir para que tanto el ascensor como su instalación estén en regla. Se detallarán también las pruebas que deben pasar algunos elementos del ascensor para que sea posible su instalación.

Una vez que queden detallados los tipos de ascensor así como su definición y sus principales componentes, se procederá a la realización del plan del mantenimiento de éste. Se desarrollará una tabla de mantenimiento preventivo con los diferentes elementos que se deben sustituir, para obtener el coste total del mantenimiento preventivo.

La segunda parte de este punto consistirá en realizar la tabla de mantenimiento predictivo que incluirá la revisión de cada uno de los elementos, las herramientas necesarias, el procedimiento a seguir para su revisión, etc., así como su coste total.

Se realizará otra tabla con los elementos propicios a romperse con más facilidad para tener repuestos y de los que sería conveniente realizar un mantenimiento correctivo. Cuando se haya propuesto el plan de mantenimiento, se realizará el análisis de coste para saber cuánto costará el mantenimiento del ascensor eléctrico en X años.

Por último se incluirán las conclusiones que se crean convenientes acerca del desarrollo de este proyecto.

CAPÍTULO 2

LA EMPRESA

2.1 PRESENTACIÓN

Raloe Mediterráneo es una empresa de **diseño y comercialización** de ascensores por todo el mundo. No fabrica ascensores, simplemente diseña ascensores especiales para venderlos a ascensoristas (cliente), comprando todos los materiales necesarios para formar el ascensor completo, aunque también comercializa con componentes sueltos.

Está situada en el Parque Empresarial Tàctica, en Paterna.



Fig. 1: Raloe Mediterráneo S.L.

La autora del TFM lleva trabajando durante 9 meses en el Departamento de Ingeniería y agradece a la empresa Raloe Mediterráneo su implicación y haber facilitado todos los datos necesarios para la realización de este proyecto.

2.2 FUNCIONES Y OBJETIVOS

Raloe Mediterráneo es una compañía multinacional que nació en 1894 y está especializada en el **diseño a medida** de ascensores. Se dedica a la **distribución y comercialización** de componentes para ascensores y elevadores al por mayor. Está especializada en el diseño de ascensores completos, para reformas, modernizaciones, rehabilitaciones y ascensores especiales.

Su comercialización se extiende por toda Europa, por países árabes como Marruecos, Arabia Saudí, Líbano, Argelia, Egipto, etc. o países americanos como pueden ser México o Colombia.

Sus productos están orientados a ascensoristas locales y empresas multinacionales que se dedican a la instalación y mantenimiento de los mismos. Se han desarrollado dos líneas de trabajo: la venta de componentes sueltos (cabinas, chasis, puertas, botoneras, etc.) y ascensores completos.

Esta empresa tiene delegaciones en Madrid y Barcelona, completándola con su sede Central en Valencia. Anteriormente tenía delegaciones en Sevilla y Portugal, pero con el tiempo y la crisis han ido desaparecido.

Cabe explicar que esta empresa no se dedica al montaje o fabricación de piezas de ascensores ni ascensores completos, sino que se encarga de **diseñar los elementos**, los cuales se compran a sus proveedores para venderlos al cliente (ascensoristas).

A grosso modo, Raloe diseña cinco tipos de ascensores:

- Ascensores Eléctricos.
 - o Con chasis de pórtico.
 - o Con chasis de mochila.
- Ascensores Hidráulicos.
 - o Con chasis de pórtico.
 - o Con chasis de mochila.
- Montacoches.
- Montacargas.
- Ascensores Unifamiliares.

Como también se ha comentado anteriormente, esta empresa se dedica también al diseño de piezas sueltas:

- Máquinas eléctricas
- Equipo hidráulico
- Cabinas, chasis y pesas.
- Cables de tracción.
- Cuadros de maniobra.

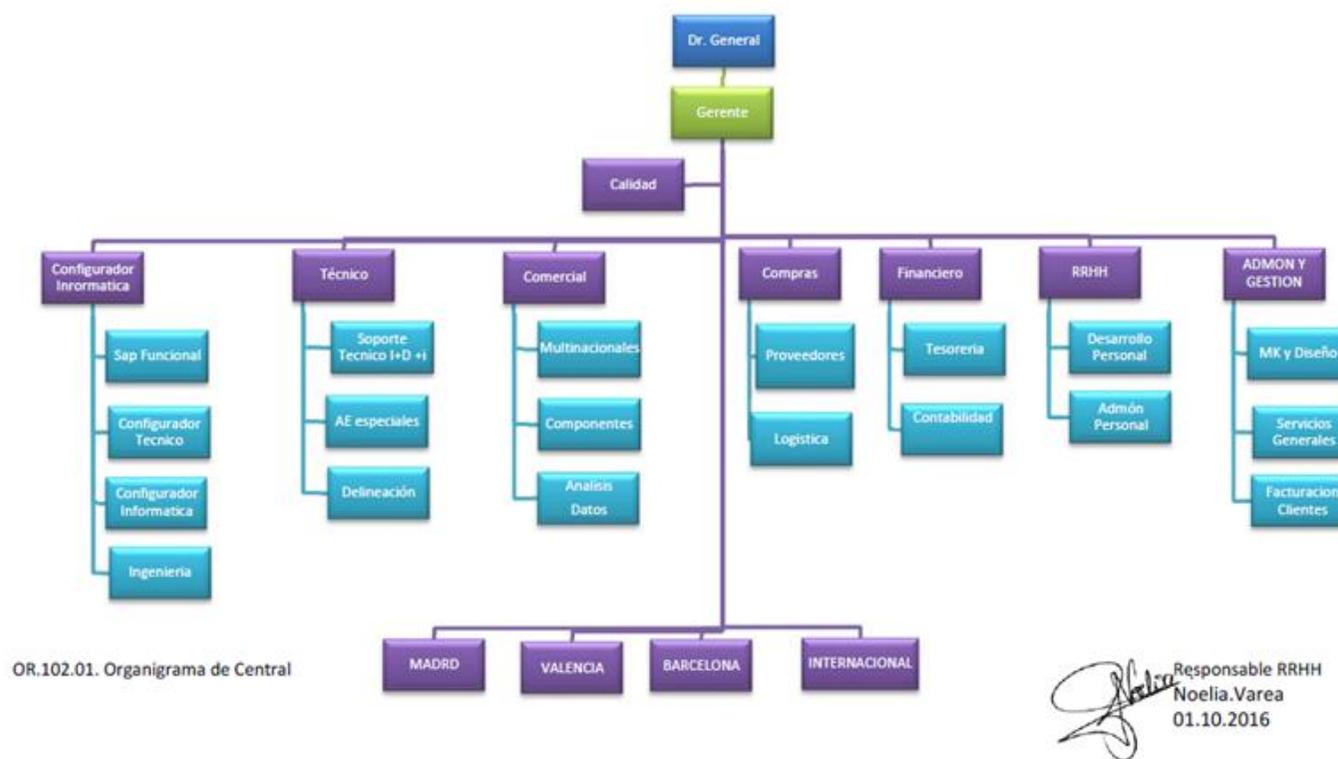
- Botoneras.
- Puertas
- Guías

Todas las especificaciones, presupuestos, ofertas de compra y de venta, etc., se realizan a través de Sap Logon, un potente software con el que a través de él se puede llevar a cabo toda la gestión de la empresa.

2.3 ORGANIGRAMA Y ESPECIFICACIONES



ORGANIGRAMA RALOE MEDITERRÁNEO



Esq. 1: Organigrama general de la empresa.

En primer lugar se encuentra el Director General, que es la persona encargada de tomar las decisiones más importantes de la empresa y las que influyen sobre todo en la economía de ésta.

Se subdivide en varias ramas, pero todas lideradas y enfocadas según el departamento de calidad de la empresa, la cual es la encargada de plantear una política de calidad, realizar auditorías internas de la empresa, etc.

El área de Configurador se divide entre los departamentos de Informática y Técnico, los cuales mediante Sap Logon se encargan de realizar las especificaciones necesarias y cambios en el configurador para que los usuarios (resto de departamentos) puedan usarlo para diseñar los diferentes componentes que se les exigen. El Departamento Técnico se encarga de analizar y modificar las especificaciones técnicas de los elementos, para que cumplan las normas exigidas, mientras que el Departamento de Informática se encarga de introducir estas modificaciones al configurador, analizando la forma más cómoda de programar los datos y características para que se sea lo más sencillo posible de manejar por el usuario que lo utilice.

Dentro del Departamento Técnico se encuentra también Delineación, que es la parte del departamento encargada de realizar y modificar los diferentes planos según los pedidos recibidos.

Por otra parte, está el Departamento Comercial, que como su propio nombre indica, es el departamento que lleva a cabo el contacto con los clientes, y los que diseñan los ascensores específicos para cada caso, así como la realización de los presupuestos.

El Departamento de Compras es el encargado de comprar a los proveedores los materiales y elementos necesarios según los pedidos recibidos, así como los elementos necesarios para el trabajo de todos los trabajadores de la empresa.

El Departamento Financiero es el que lleva a cabo las cuentas de la empresa.

Recursos Humanos es el encargado de la admisión de personal, su desarrollo, la creación de cursos para la gente que se incorpora, etc.

Por último, se encuentra el Departamento de Administración y Gestión, que se encarga de los servicios generales y facturación de clientes.

2.4 GESTIÓN DE CALIDAD DE LA EMPRESA

Según la política de calidad de la empresa, Raloe está certificada en dos normas:

- ISO 9001: Sistemas de Gestión de la Calidad (ISO 9001: 2015).
- Directiva 95/16/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de junio de 1995, sobre la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativas a los ascensores.

Como pilares fundamentales de política de calidad caben destacar los siguientes:

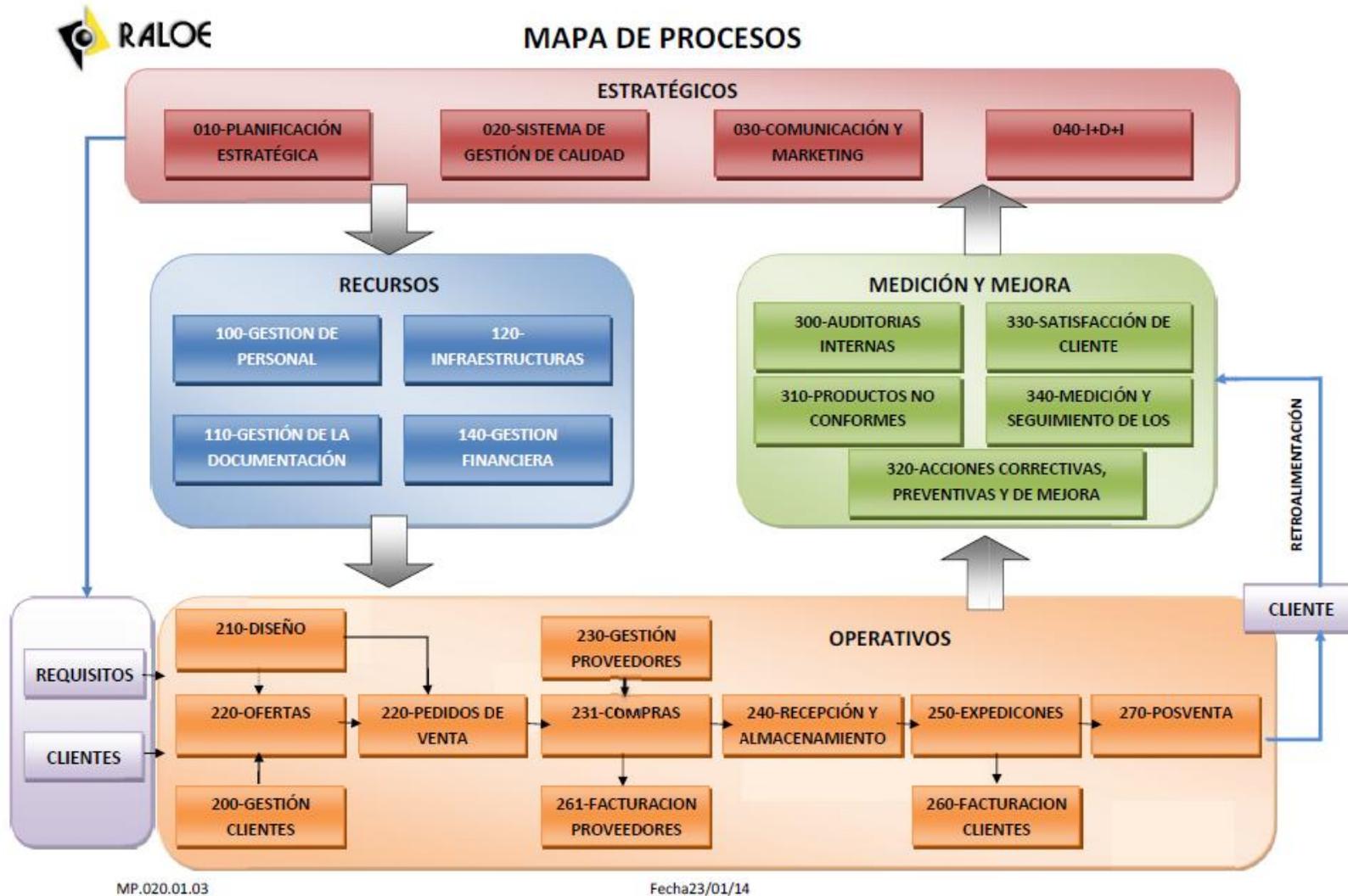
- Asegurar la satisfacción de los clientes y el cumplimiento de sus requisitos, como de los legales y normativos que sean de aplicación al producto y la actividad.
- Garantizar a su personal el nivel de formación necesario para el desarrollo de las actividades.
- Mantener las condiciones de trabajo para lograr la satisfacción y seguridad de sus trabajadores.
- Conseguir el nivel de beneficio suficiente para la retribución correspondiente al capital empleado.
- Mejorar de forma continua la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

El sistema de gestión de la calidad de RALOE es aplicable a una serie de procesos identificados por la organización. El Responsable de Calidad los mantiene debidamente identificados, así como la secuencia e interacción entre ellos, en el mapa de procesos.

Se ha realizado una clasificación de los procesos en cuatro tipos:

- **Procesos Estratégicos:** Son aquellos que están vinculados al ámbito de las responsabilidades de RALOE y, principalmente, al largo plazo. Se refieren fundamentalmente a procesos de planificación y otros que se consideren ligados a factores clave o estratégicos.
- **Procesos Gestión de Recursos:** Son aquellos procesos que dan soporte o apoyo a los procesos operativos.
- **Procesos Operativos:** Son los procesos ligados directamente a la prestación del servicio y que generan rentabilidad.
- **Procesos de Medición, Análisis y Mejora:** Son aquellos que permiten medir la eficacia del sistema para mejorarlo continuamente.

A continuación se muestra el mapa de procesos:



Esq. 2: Mapa de Procesos.

2.5 TIPOS DE ASCENSORES

2.5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

A continuación, se van a catalogar y describir las principales características de los ascensores que diseña la empresa:

TIPO ASCENSOR	TIPO TRANSPORTE	TIPO CHASIS	PISTONES	RELACIÓN (IMPULSIÓN)	CARGA NOMINAL	VELOCIDAD NOMINAL
Eléctrico convencional	Eléctrico	Pórtico o Mochila	-	1:1	Hasta 2.000 Kg	0,63 a 2 m/s
Hidráulico convencional	Hidráulico	Mochila	1	Opcional (2:1 o 1:1)	Hasta 1.600 Kg	0,2 a 1 m/s
Eléctrico Mod.1	Eléctrico	Pórtico	-	2:1	Hasta 1.600 Kg	0,4 a 2 m/s
Eléctrico Mod.2	Eléctrico	Mochila	-	Opcional (2:1 o 1:1)	Hasta 1.000 Kg	0,35 a 1 m/s
Montacoches	Hidráulico	Pórtico	2	Opcional (2:1 o 1:1)	Hasta 5.000 Kg	0,18 a 0,4 m/s
Montacargas	Hidráulico	Pórtico	2	Opcional (2:1 o 1:1)	Hasta 5.000 Kg	0,18 a 0,63 m/s
Unifamiliar	Hidráulico	Mochila	1	2:1	Hasta 500 Kg	0,15 m/s

Tabla 1: Ascensores que se diseñan en RALOE.

2.5.2 ASCENSOR ELÉCTRICO CONVENCIONAL

El ascensor eléctrico es un ascensor que puede tener chasis de mochila o de pórtico, y normalmente suele ser con cuarto de máquinas.

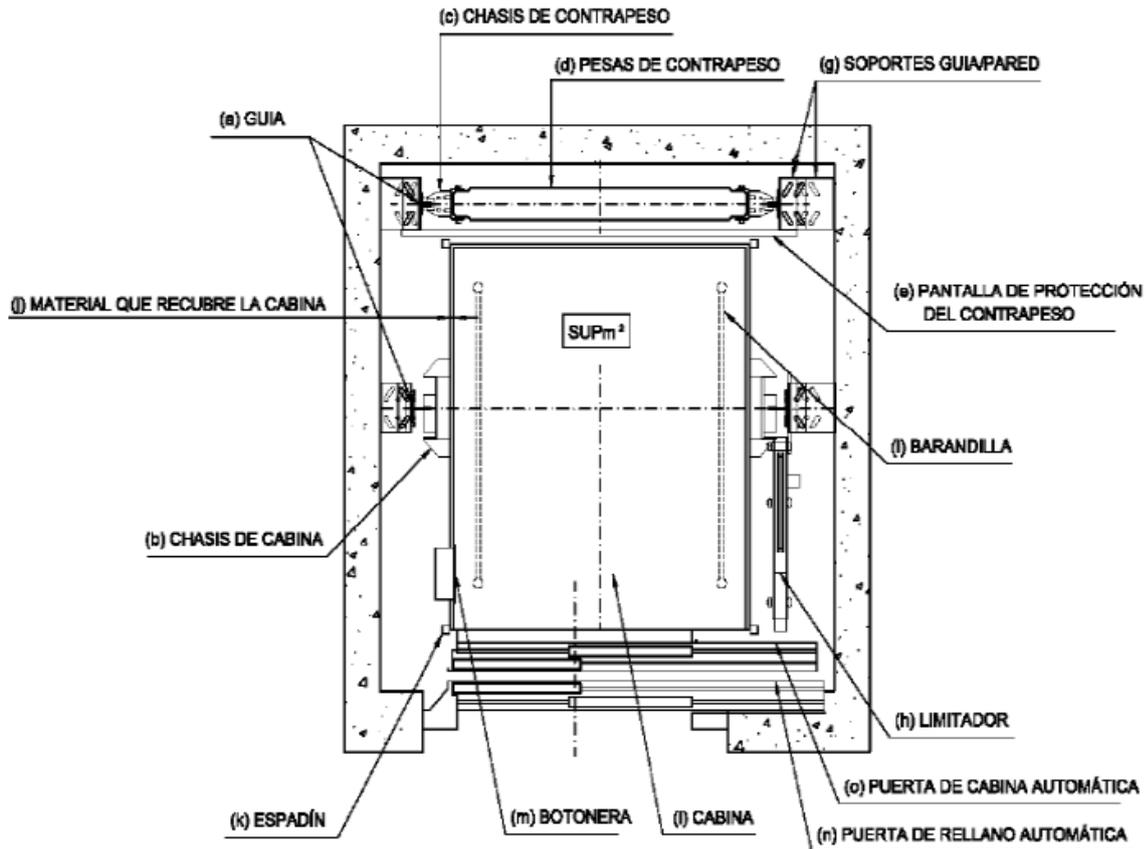


Fig. 2: Ascensor eléctrico convencional.

2.5.3 ASCENSOR HIDRÁULICO

El ascensor hidráulico tiene menos demanda actualmente debido a que se necesita más hueco para poder instalar todos los elementos necesarios.

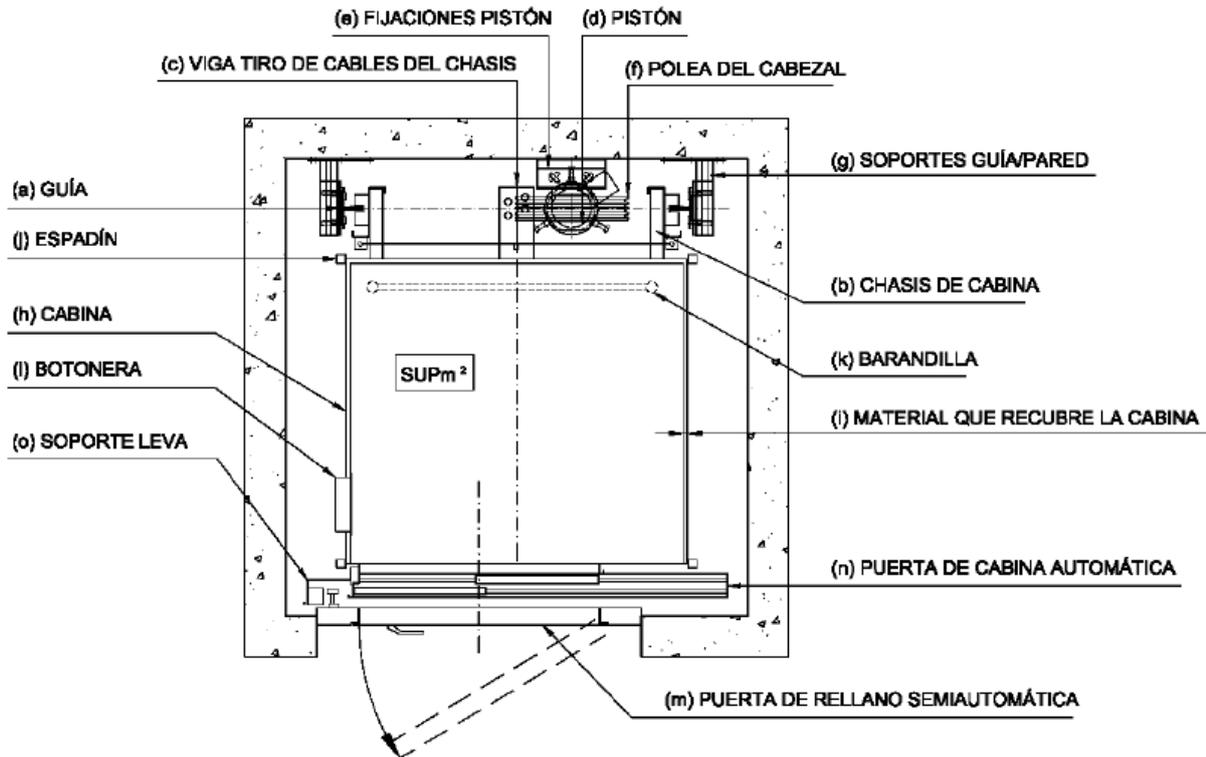


Fig. 3: Ascensor hidráulico.

2.5.4 ASCENSOR ELÉCTRICO MODELO 1

Generalmente no dispone de cuarto de máquinas (SCM).

En los ascensores Modelo 1, además de los puentes de contrapeso (PC), existe también el puente de contrapeso intermedio (PCI). La funcionalidad de los puentes de contrapeso intermedios es la de mantener la estructura de las guías (de cabina y de contrapeso) en una posición constante a lo largo de su recorrido, evitando así que fleten. Se coloca entre los puentes de contrapeso. Los PCI no van fijados a pared.

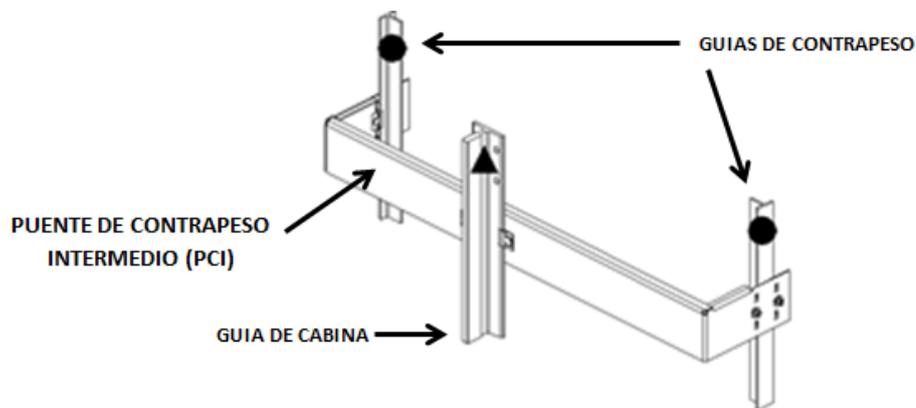


Fig. 4: Puente de contrapeso intermedio.

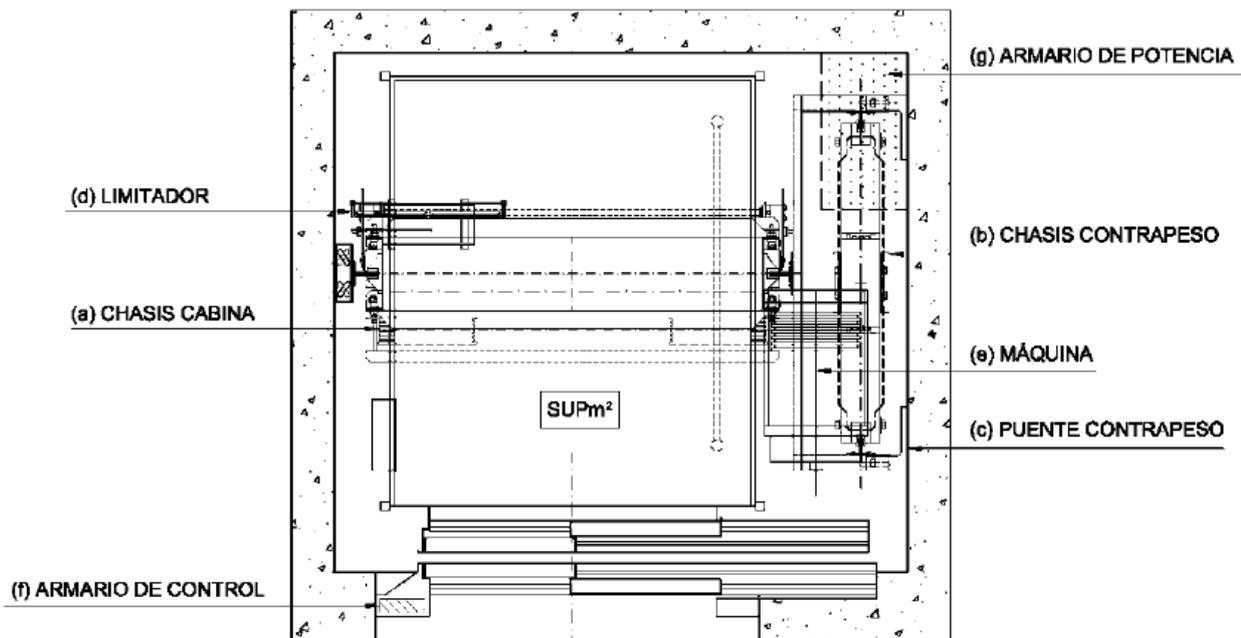


Fig. 5: Ascensor eléctrico Modelo 1.

2.5.5 ASCENSOR ELÉCTRICO MODELO 2

Generalmente no dispone de cuarto de máquinas (SCM). Para ahorrar espacio el contrapeso está situado entre los largueros del chasis de cabina y para ello las guías del chasis tienen que estar invertidas pudiendo así compartir fijaciones con las guías de contrapeso.

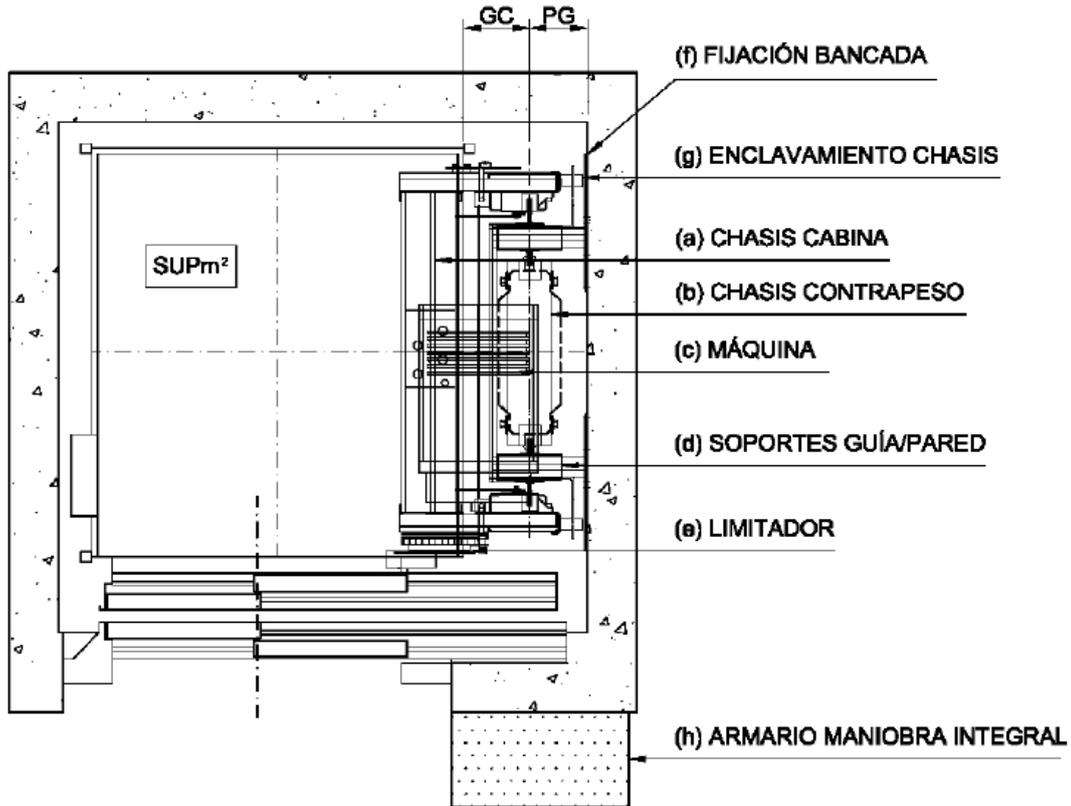


Fig. 6: Ascensor eléctrico Modelo 2.

2.5.6 MONTACOCHE/MONTACARGAS

En este tipo de ascensores, se utilizan dos pistones, por lo que se deben conectar hidráulicamente para asegurar el equilibrio de la presión entre ellos.

Los montacoches tienen una exención de la norma en cuanto a la relación carga-superficie comparado con el montacargas. Al tener una gran superficie se necesitaría una carga nominal elevada. La norma admite que esta carga sea menor.

Además, los montacoches con relación 1:1 no llevan peana en la base de los pistones.

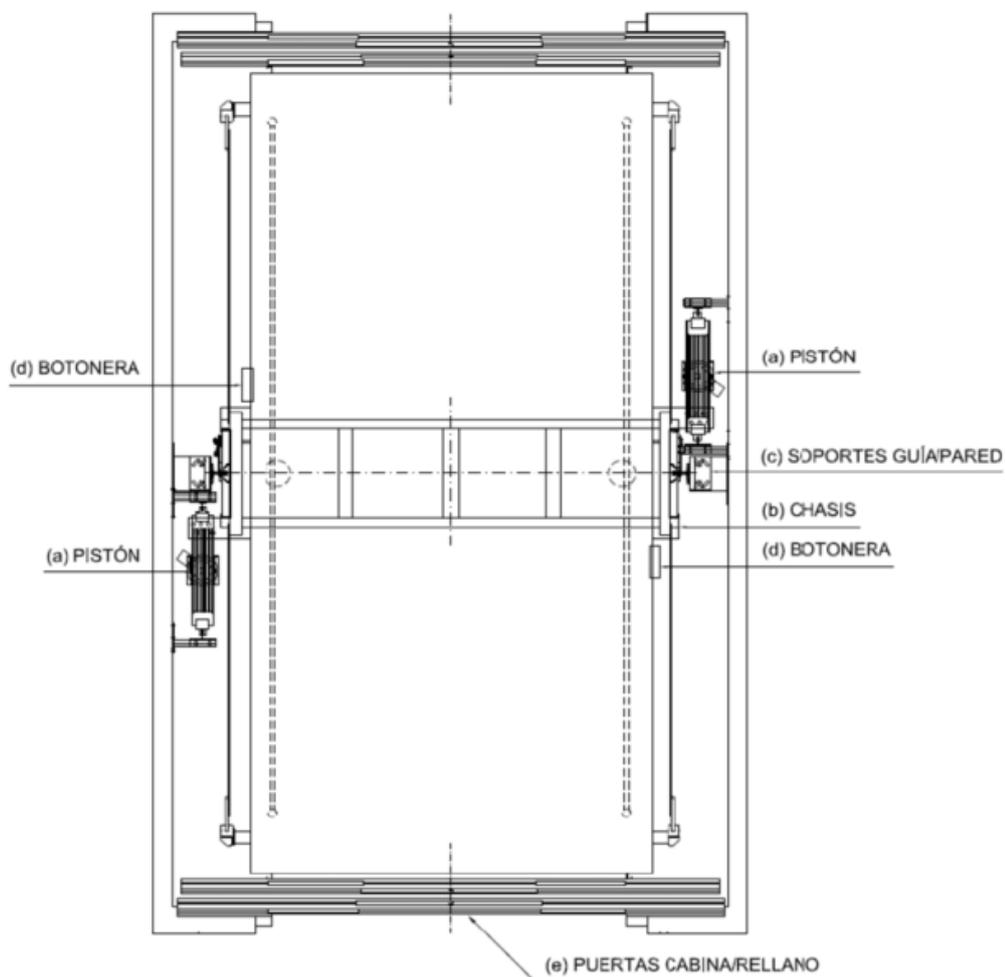


Fig. 7: Montacargas/montacoches.

2.5.7 ASCENSOR UNIFAMILIAR

Los unifamiliares no se consideran ascensores sino máquinas ya que su velocidad siempre tiene que ser 0.15 m/s y pueden no llevar puerta de cabina.

En los unifamiliares, el cálculo de la superficie útil no contempla el tacón (ya que la directiva de máquinas así lo indica):

$$S_u = \text{Ancho útil} \times \text{Fondo útil}$$

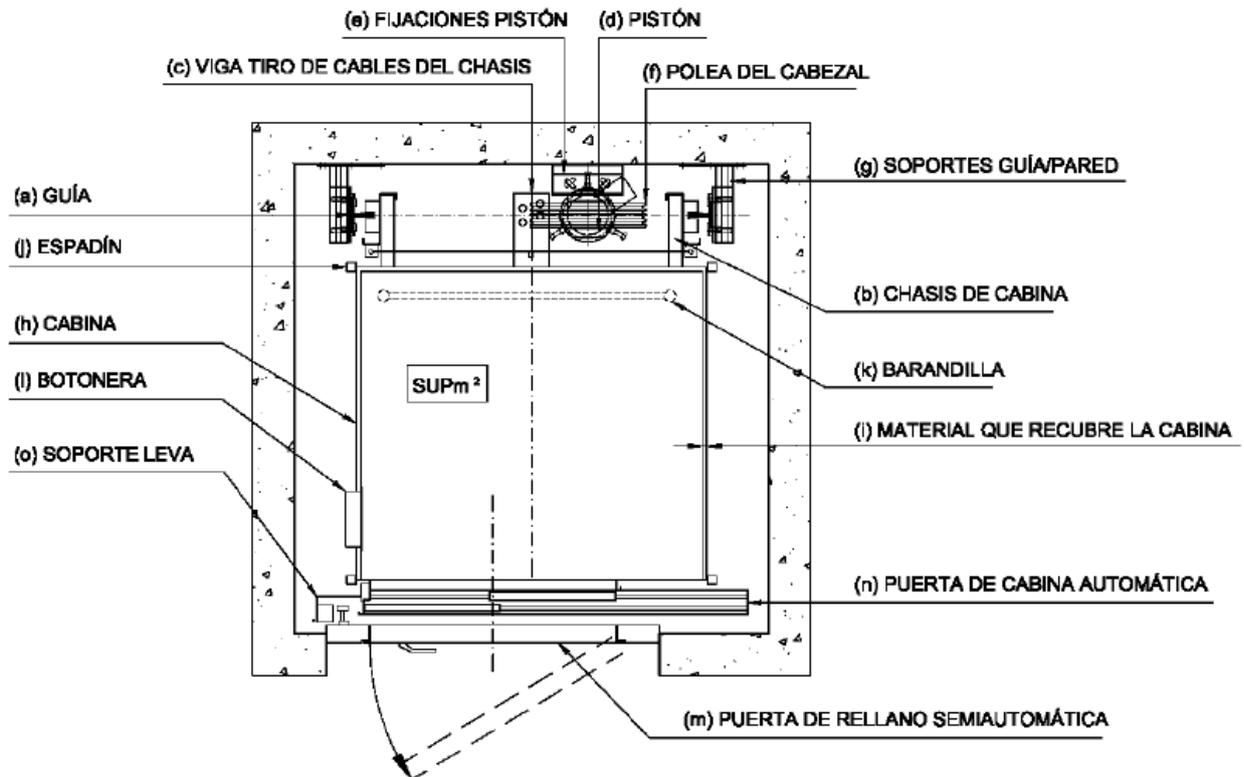


Fig. 8: Ascensor Unifamiliar.

CAPÍTULO 3.

EL ASCENSOR

3.1 DEFINICIÓN DE ASCENSOR

Para comenzar a explicar el mantenimiento de ascensores, es necesario definir correctamente lo que es un ascensor.

Un ascensor o elevador es un sistema de transporte vertical, diseñado para mover personas u objetos entre los diferentes niveles de un edificio o estructura en una cabina a través de guías verticales. Está formado por partes mecánicas, eléctricas y electrónicas que funcionan en conjunto para ponerlo en marcha. Se puede instalar tanto en viviendas unifamiliares, en edificios públicos o privados, en garajes para transportar vehículos, en almacenes para mover cargas, etc.

Un montacoches es un ascensor cuya cabina tiene las dimensiones necesarias para el transporte de vehículos automóviles de turismo.

El montacargas se define como un ascensor utilizado para el transporte de mercancía.

Los ascensores poseen unos elementos denominados componentes de seguridad, cuya misión consiste en detener la cabina en caso de que ésta consiga alcanzar una velocidad superior a la que debiera. En el caso de un ascensor eléctrico, estos elementos que componen el circuito de seguridad son el limitador de velocidad, el paracaídas, los amortiguadores y los finales de carrera, cuya definición se describirá más adelante.

3.2 CLASIFICACIÓN DE ASCENSORES

3.2.1 SEGÚN EL MECANISMO TRACTOR

Según el mecanismo tractor se pueden dividir en dos grandes grupos:

Por un lado existen los **ascensores eléctricos**, cuyo mecanismo tractor es una máquina eléctrica. Según el control de velocidad de la maniobra se pueden definir dos tipos de ascensores eléctricos:

- Con motor de 2 velocidades: si la velocidad nominal del ascensor es 1m/s y el motor es de dos velocidades, cuando se aproxima al piso en el que se tiene que parar, decelera a 0.25 m/s, para no parar de golpe. Esto se traduce en que la parada es menos brusca que si fuera de una única velocidad, parando en “2 tiempos”.
- Con motor de variación de frecuencia o 3VF: va decelerando progresivamente hasta llegar a la parada solicitada. La parada es mucho más suave, ya que el usuario no percibe ningún “salto” en el cambio de la velocidad.



Fig. 9: Ascensor Eléctrico.

Por otro lado están los **ascensores hidráulicos**, cuyo mecanismo tractor consiste en un pistón y una central hidráulica. El movimiento de la cabina se produce por la fuerza de empuje del pistón. Éste se mueve gracias a la inyección de aceite de la central en su interior.



Fig. 10: Ascensor Hidráulico.

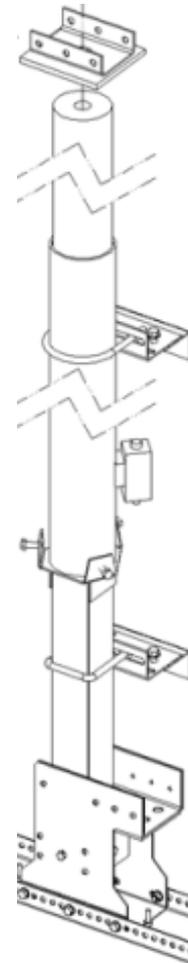


Fig. 11: Pistón de un ascensor Hidráulico.

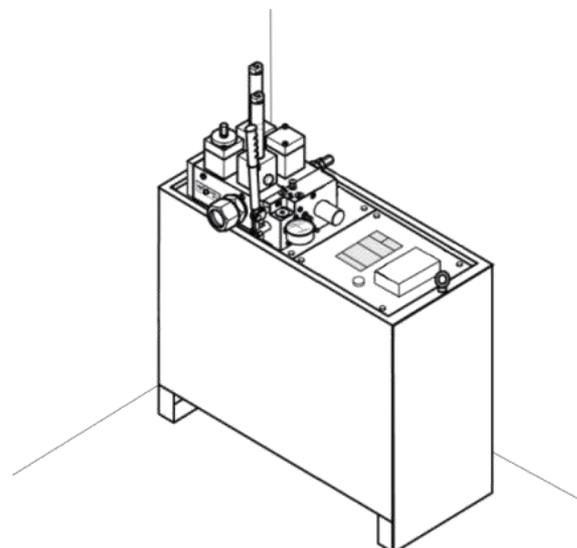


Fig. 12: Central Hidráulica.

3.2.2 SEGÚN EL TIPO DE RELACIÓN

Según los tipos de relaciones (impulsión) y dependiendo si el ascensor es eléctrico o hidráulico, existen dos tipos:

En un ascensor hidráulico, según sea la relación entre la distancia recorrida por el pistón y la distancia recorrida por la cabina, se puede distinguir entre dos tipos de relaciones:

- **Relación 1:1 (Tiro directo):** Significa que, por cada metro de recorrido del pistón, la cabina se desplazará también un metro. Se utiliza principalmente para ascensores de poco recorrido.
- **Relación 2:1:** esto quiere decir, que por cada metro que se desplace el pistón, la cabina se desplazará el doble. Esta relación es ideal para largos recorridos, ya que la longitud aproximada del pistón será la mitad que el recorrido de la cabina. El pistón hace que se mueva el chasis y la cabina por medio de un cabezal y unos cables (no empuja directamente al chasis como en caso de la relación 1:1). Por ejemplo, si el recorrido del pistón es de 2 metros, la cabina se desplazará 4 metros.

En la siguiente imagen se puede ver de forma esquemática la diferencia entre los dos tipos de relación aplicados a un ejemplo concreto de ascensor de mecanismo de tipo hidráulico, donde P es el peso de los componentes del ascensor y Q la carga que desplaza.

En la imagen de la izquierda el pistón transmite una relación de tracción directa, y por lo tanto la distancia desplazada por el ascensor es la misma que la desplazada por el pistón.

Por el contrario, en la imagen de la derecha el pistón es apoyado por un sistema de poleas y de cables que permite que se duplique el recorrido de la cabina. Al final del pistón se coloca el cabezal. Existen unos cables que se agarran a un punto fijo, en la base del pistón, pasan por el cabezal y bajan hasta fijarse en el chasis. Así, cuando el pistón empuja el cabezal, hace que suba y baje el chasis, pues los cables tiran de él.

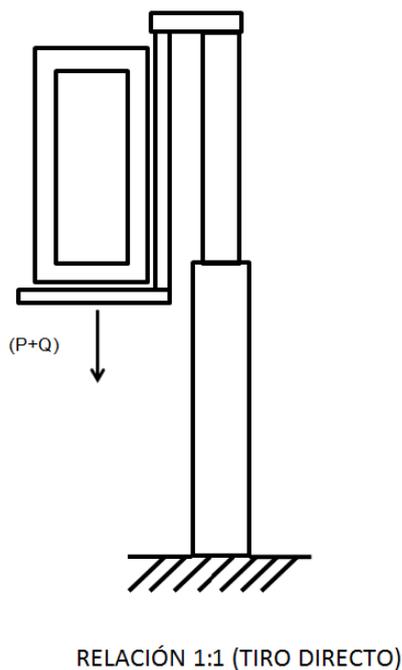


Fig. 13: Ascensor Hidráulico de Tiro Directo (Relación 1:1).

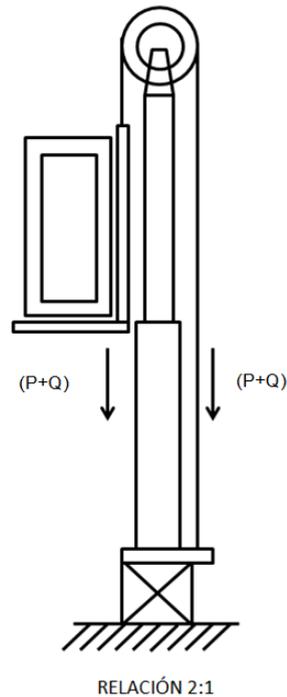


Fig. 14: Ascensor Hidráulico de Relación 2:1.

En un ascensor eléctrico, según sea la relación entre la velocidad tractora de la máquina y la velocidad de la cabina, se puede distinguir entre dos tipos de relaciones:

- **Relación 1:1 (Tiro directo):** Que al igual que en el hidráulico, significa que si la velocidad tractora de la máquina es de 1 m/s, la cabina también se desplazará a una velocidad de 1m/s. La distancia que se mueve la cabina es la misma que la del contrapeso.

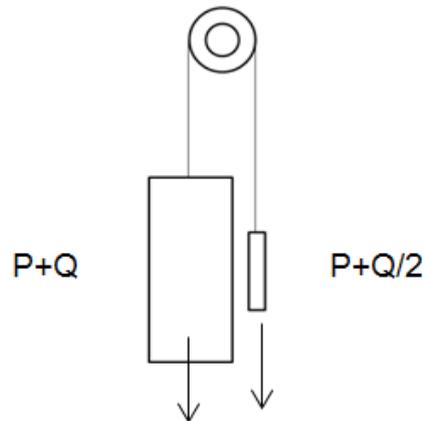


Fig. 15: Ascensor Eléctrico de Tiro directo (Relación 1:1).

- **Relación 2:1:** Al igual que en el caso anterior de ascensores hidráulicos, quiere decir que si la velocidad tractora de la máquina es de 1m/s, la cabina se desplazará a una velocidad de 2 m/s (el doble). Los chasis llevan poleas de desvío (una o dos) y existen dos puntos fijos en lo alto del hueco para amarrar los cables. El recorrido de la cabina será el doble que la distancia recorrida por el contrapeso.

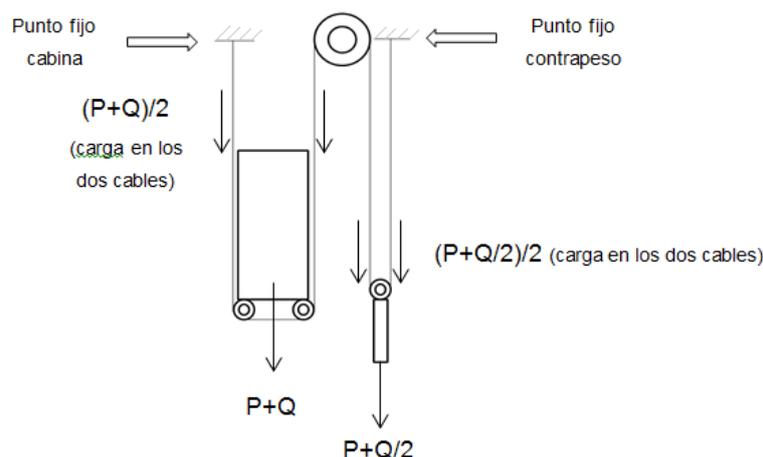


Fig. 16: Ascensor Eléctrico de relación 2:1.

3.2.3 SEGÚN EL TIPO DE CHASIS

También se pueden clasificar los ascensores según el tipo de chasis. El chasis es el componente del ascensor que soporta la cabina. Éste va guiado y desliza sobre unas guías verticales que son paralelas entre sí, a lo largo de todo el recorrido del ascensor. Por su forma, se pueden diferenciar dos tipos de chasis: el de pórtico y el de mochila.

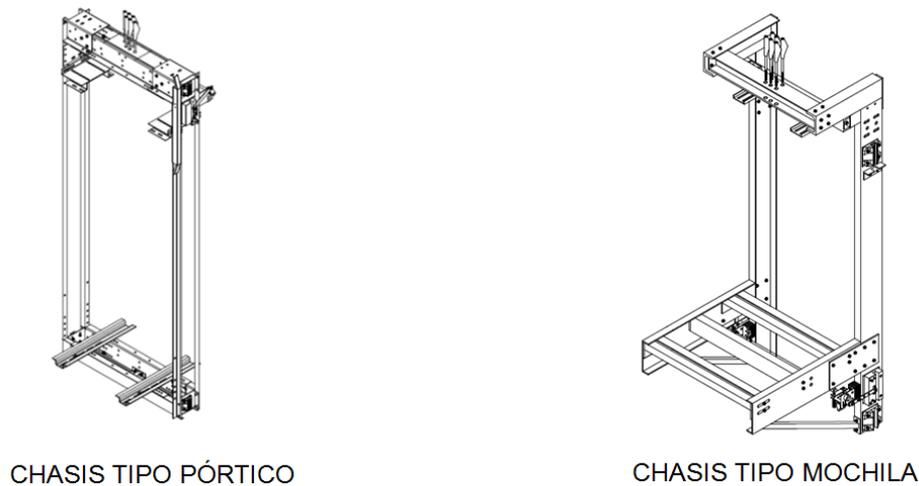


Fig. 17: Chasis de tipo pórtico (izquierda) y chasis tipo mochila (derecha).

En el **chasis de tipo pórtico**, la cabina está centrada y el tiro se realiza también desde el centro. Con este tipo de chasis, las fuerzas quedan repartidas uniformemente desde el centro de la cabina.

Por el contrario, en el chasis de tipo mochila, el tiro se realiza desde el lateral. En este tipo de chasis, toda la fuerza se reparte a uno de los laterales de la cabina. Los chasis de mochila pueden ser instantáneos, cuando la velocidad es de 0.63 m/s, o progresivos; cuando la velocidad es superior a 0.63m/s.

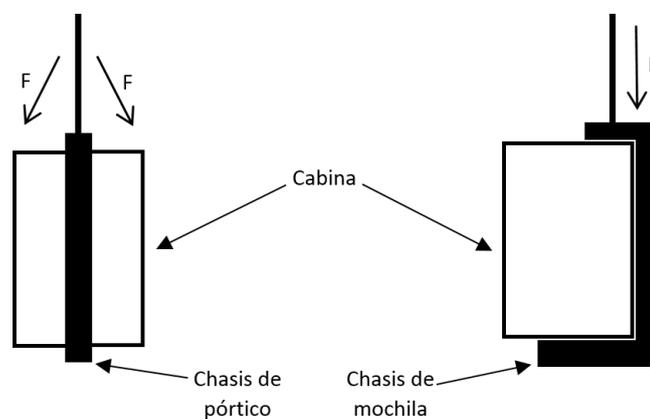


Fig. 18: Esquema del tiro de los diferentes tipos de chasis.

3.2.4 SEGÚN EL NÚMERO DE EMBARQUES

Se pueden diferenciar también los tipos de embarque. Se define como embarque al número de accesos que puede tener un ascensor.

- Embarque simple: Un solo acceso (en 0°).
- Embarque doble: Dos accesos (en 0° y en cualquiera de los otros lados del ascensor).
- Embarque triple: Tres accesos (en 0° y en cualquiera de los otros lados del ascensor). Sólo chasis mochila.

En el caso de que el ascensor disponga de más de un acceso, y dependiendo del lado por el que el usuario pueda entrar a la cabina, indicaremos los accesos del siguiente modo:

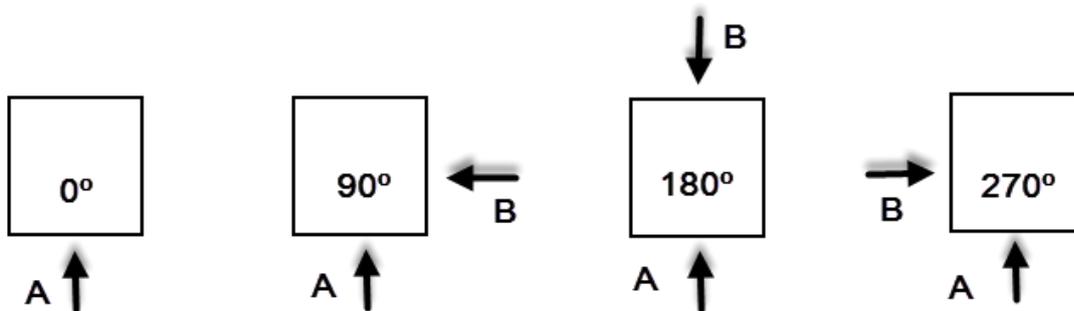


Fig. 19: Diferentes tipo de embarque.

3.3 COMPONENTES COMUNES DE LOS ASCENSORES ELÉCTRICOS E HIDRÁULICOS

3.3.1 GUÍAS

Son elementos que sirven para guiar al chasis de cabina y al de contrapeso a lo largo de todo el recorrido por el hueco, además de sustentar a éstos en caso de actuación del paracaídas. Son unos perfiles en forma de “T”.

Generalmente, cada tramo de guía tiene una longitud de 5 m. Aunque en ocasiones se pueden utilizar tramos de 2,5 m. Los tramos de guía se unen mediante empalmes, para cubrir de este modo todo el recorrido de la cabina o del contrapeso.

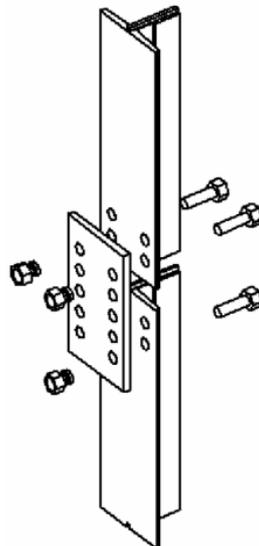


Fig. 20: Guías de cabina.

Las guías de cabina de un ascensor tipo mochila son mayores que las de un ascensor tipo pórtico, ya que en un ascensor tipo mochila el peso del chasis y de la cabina se encuentra en el lateral y por lo tanto, las guías deben de sustentar parte de su peso.

3.3.2 SOPORTES GUÍA PARED

Sirven para fijar las guías al hueco. Las guías van sujetas a la pared del hueco, por medio de fijaciones (en cada punto de fijación a lo largo de todo el recorrido, hay fijaciones a pared y fijaciones a guía). Las fijaciones se unen entre ellas por medio de tornillos. Para las fijaciones que sujetan la guía, se utilizan las bridas. En función del material con el que esté construido el hueco del ascensor, para las fijaciones que van sujetas a la pared, se pueden utilizar tacos de hormigón (estructura de hormigón), pasamuros (estructura de ladrillo) o tornillos/puntos de soldadura (estructura metálica).



En este caso, las fijaciones que van sujetas a pared son tornillos, debido a que el hueco del ascensor es estructura metálica

Fig. 21: Soportes guía a pared.

3.3.3 PUERTAS DE CABINAS/RELLANOS

Para acceder al ascensor existe en cada planta una puerta de piso que se abre manual (semiautomáticas) o automáticamente (automáticas) únicamente cuando la cabina está detrás del hueco de la puerta. Un componente de seguridad montado sobre las puertas llamado enclavamiento, impide que una puerta de piso pueda abrirse desde el exterior a no ser que la cabina esté situada en este piso.



Fig. 22: Puerta semiautomática de rellano.



Fig. 23: Puerta automática de rellano.

Las puertas de cabina pueden ser automáticas o tipo bus (plano o estándar). La puerta de cabina es la que acciona y abre la puerta de rellano. Según sea el tipo de apertura de las puertas automáticas, existen dos modelos: las puertas telescópicas, o las centrales.



Fig. 24: Puerta automática de dos hojas centrales.

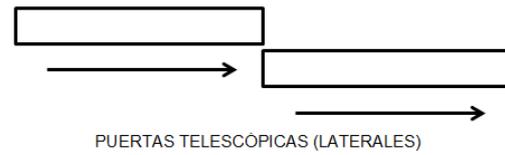


Fig. 25: Puerta automática telescópica de dos hojas.



Fig. 26: Puertas Bus Plano.



Fig. 27: Puertas Bus Estándar.

3.3.4 ENCLAVAMIENTO MECÁNICO

Se trata de un sistema mecánico montado en la puerta de la cabina que limita la apertura de la puerta exclusivamente a las zonas de desenclavamiento. De esta manera se evita que los pasajeros salgan de la cabina si no están en la zona de desenclavamiento y se evita así posibles caídas al hueco.

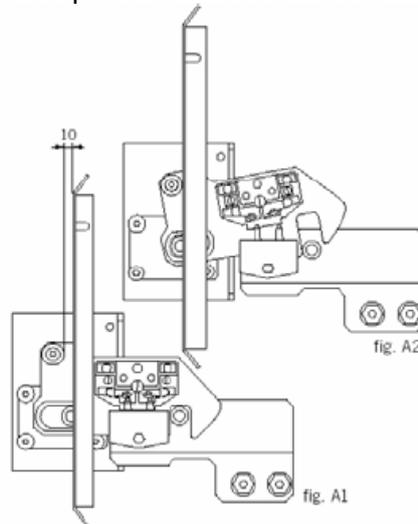
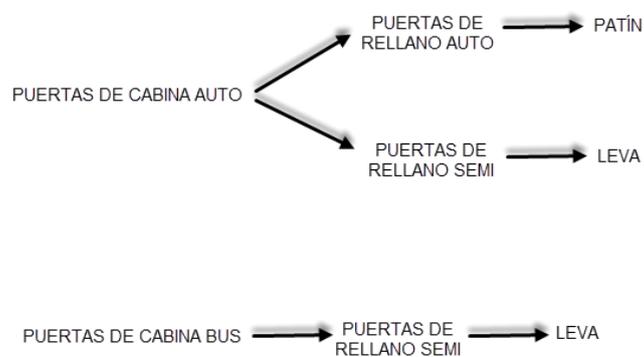


Fig. 28: Enclavamiento mecánico.

3.3.5 PATINES Y LEVAS

Toda puerta de cabina necesita llevar un elemento (patín o leva), para accionar la puerta de rellano que dicha puerta de cabina tiene que abrir.

En función del tipo de puerta y de la mano de apertura se deberán utilizar patines o levas.



3.3.6 CABINA

La cabina del ascensor es elemento utilizado para el transporte de los pasajeros y/o carga. De su tamaño depende el número de personas para el que se va a diseñar el ascensor.

Para evitar la sobrecarga de la cabina por el número de pasajeros, debe limitarse su superficie útil, definida como el espacio ocupado por los pasajeros y la carga durante el funcionamiento del ascensor.

Dependiendo de si la apertura de puertas es telescópica o central, la fórmula (basada en la normativa) contemplará un espacio denominado superficie de hoja para las aperturas de puertas telescópicas.

3.3.7 CHASIS DE CABINA

El chasis es el componente del ascensor que soporta la cabina. Sobre el chasis se apoya la cabina. En los ascensores hidráulicos, el chasis es empujado por el pistón hidráulico y se desliza a través de las guías. En los ascensores eléctricos, la diferencia es que el chasis ya no se mueve por medio de un pistón, sino que hay una máquina eléctrica que mueve los cables que van fijados al chasis en su parte más alta. Existen dos tipos de chasis como ya se ha explicado anteriormente: el de pórtico y el de mochila.

3.3.8 BOTONERAS CABINA/RELLANOS

Es el elemento que contiene los elementos de mando y alarma del ascensor.

La botonera de cabina es la que, como su propio nombre indica está situada en el interior de la cabina, a través de la cual el usuario elige la parada en la que desea parar el ascensor, así como pulsar el botón de alarma en el caso de que exista algún problema en el interior, abrir puertas, etc.; mientras que la botonera de rellano es la situada en el exterior, a través de la cual el usuario llama al ascensor.



Fig. 29: Botonera de rellano.



Fig. 30: Botonera de cabina.

3.3.9 MANIOBRA

Es el componente que se encarga de controlar las acciones que puede llevar a cabo un ascensor. Es el “cerebro”, y está formada básicamente por el cuadro de maniobra, que se encuentra dentro del armario eléctrico, y todos los cableados que van a las botoneras (instalación eléctrica).

Existen diferentes tipos de maniobra:

- **Universal:** El ascensor no para si se realiza una llamada durante su trayecto desde el inicio de marcha hasta la finalización de su recorrido. Cuando el ascensor está desocupado, el primer pulsador que se accione desde alguna planta o desde el interior de la cabina, pondrá en marcha el ascensor hasta el piso correspondiente. Si durante el trayecto se solicita el ascensor desde

cualquier otra planta, el ascensor no la atenderá, y la cabina continuará obedeciendo la orden que ha iniciado la marcha.

- **Selectiva bajada:** Esta maniobra registra (guarda en memoria) cualquier llamada que se realice tanto desde cabina, como desde rellanos, aunque el ascensor esté funcionando. La cabina, en subida, atiende solo las órdenes grabadas desde la cabina, por orden ascendente, sin tener en cuenta las llamadas exteriores. El sentido de la marcha se invierte solamente después de obedecer la llamada de cabina más alta. Por el contrario, cuando la cabina desciende, además de las llamadas interiores de cabina, se atienden también las llamadas exteriores.
- **Selectiva subida/bajada:** Las órdenes de llamadas tanto desde cabina como desde exteriores quedan registradas en cualquier momento. Tanto si la cabina sube como si baja, se atienden por orden correlativo todas las llamadas en el sentido en que viaje el ascensor, y no cambia la orden de marcha hasta que no ha sido obedecida la orden final.

3.3.10 AMORTIGUADOR

El amortiguador es un componente de seguridad que se posiciona en la parte más inferior del recorrido del ascensor (en el foso) y su principal cometido es parar el ascensor y retenerlo en caso de accidente, tareas de mantenimiento o de que la velocidad de bajada del ascensor supere los límites establecidos.

Se pueden distinguir tres tipos de amortiguadores:

- Amortiguador de acumulación de energía lineal.
- Amortiguador de acumulación de energía no lineal (Puffer).
- Amortiguador de disipación de energía (amortiguadores hidráulicos utilizados para velocidades >1.6 m/s).

En un ascensor eléctrico existe un retenedor para la cabina y otro para el contrapeso.

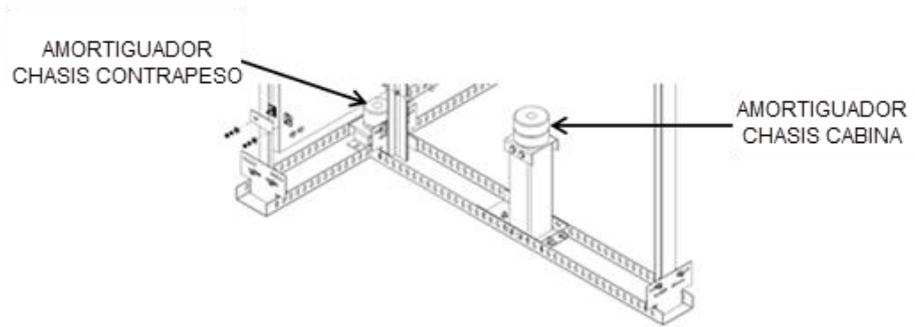


Fig. 31: Amortiguador de contrapeso y cabina.

3.3.11 PARACAÍDAS

Dispositivo mecánico (bloque macizo) que se destina para inmovilizar la cabina o el contrapeso sobre sus guías en caso de exceso de velocidad o de rotura de los órganos de suspensión.

Es un componente de seguridad que lleva incorporado el chasis y que se acciona por la actuación del limitador de velocidad. Al accionarse el paracaídas, las cuñas se enclavan en las guías, evitando la caída al vacío del chasis. Existen paracaídas instantáneos (acuñan parando “en seco” el chasis), y progresivos (acuñan de forma progresiva, sin frenar “en seco”), en función de la velocidad nominal del ascensor.

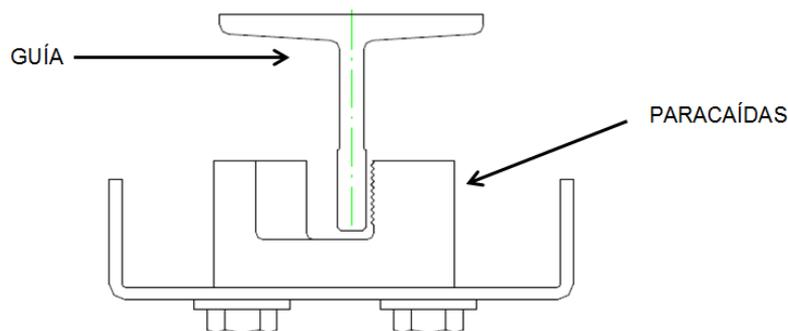


Fig. 32: Paracaídas.

3.3.12 LIMITADOR DE VELOCIDAD

Elemento de seguridad que consta de un cable limitador de velocidad que recorre un circuito cerrado compuesto por una polea de limitador de velocidad (parte superior) y otra polea tensora del limitador (inferior). Sirve para accionar el paracaídas en caso de producirse una sobrevelocidad: cuando la cabina supera cierta velocidad se bloquea la polea del limitador y con ella el cable, dando un tirón a la palanca del paracaídas. Al accionarse, el paracaídas se aferra a las guías evitando la caída del ascensor.

El desplazamiento aproximado que se puede producir desde que se acciona el limitador de velocidad hasta que se para el ascensor es de 15 cm. La actuación del limitador de velocidad para el paracaídas de cabina debe ocurrir a una velocidad al menos igual al 115% de la velocidad nominal.

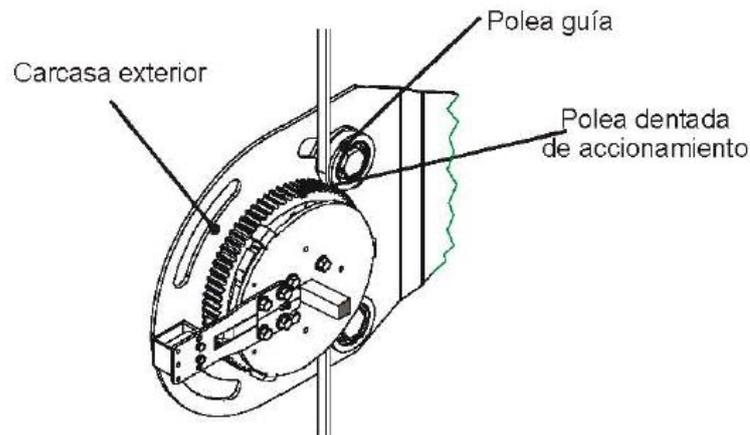


Fig. 33: Limitador de velocidad.

3.4 COMPONENTES ESPECÍFICOS DE UN ASCENSOR ELÉCTRICO

3.4.1 CONTRAPESO

Su función es la de equilibrar el peso de la cabina, el chasis y la carga nominal de la cabina para disminuir la carga suspendida que debe desplazar el grupo tractor. Está formado por el chasis de contrapeso y las pesas.

- La carga útil (Q) o nominal (Q_n) se define como la carga que va en el interior del ascensor (pasajeros o carga). A cada persona se le considera con un peso de 75 Kg.
- Peso en vacío (P): es la suma del peso de la cabina, el chasis, la puerta y todos los elementos que componen el ascensor (sin pasajeros o carga).
- Carga total (Q_t): es la suma de la carga útil y el peso en vacío ($P+Q$).

Para dimensionar el contrapeso se utiliza la siguiente fórmula: $P+Q/2$; $P+0.5Q$ o bien se le llama contrapesar al 50% de Q.

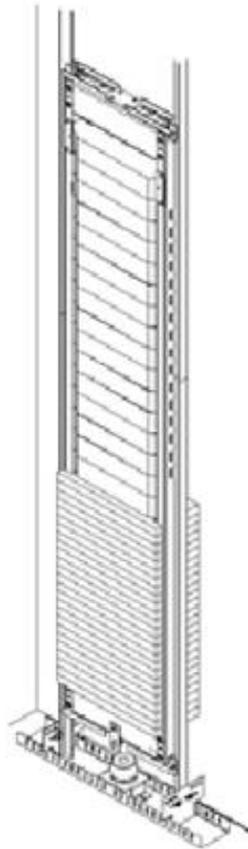


Fig. 34: Contrapeso.

Además del contrapeso, a veces se utiliza un elemento denominado cadena de compensación para contrapesar los cables, en el caso de grandes recorridos.

3.4.2 PESAS DE CONTRAPESO

Su función es la de equilibrar el peso de la cabina, el chasis y la carga nominal de la cabina para disminuir la carga suspendida que debe desplazar el grupo tractor. Su tamaño y número dependerá de la carga a equilibrar ($P+Q/2$). Podemos diferenciar entre dos tipos de pesas dependiendo de su composición: férricas (formadas por hormigón y varillas férricas) y oxicorte (formadas únicamente de hierro). Las pesas de oxicorte se pueden cortar a la medida deseada. Se pueden combinar los dos tipos de pesas para contrapesar.



Fig. 35: Pesas de contrapeso.

3.4.3 CHASIS DE CONTRAPESO

Sirve de alojamiento para las pesas del chasis de contrapeso.

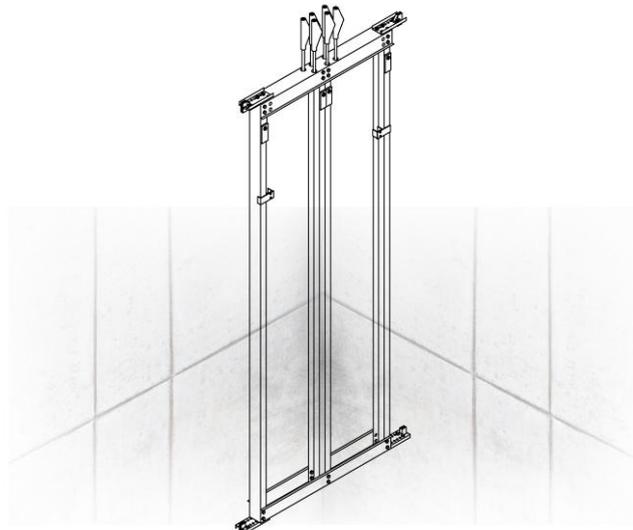


Fig.36: Chasis de contrapeso.

3.4.4 PANTALLA DE PROTECCIÓN DEL CONTRAPESO

Elemento de seguridad que va colocado en el foso. Su función es proteger a cualquier persona que acceda al foso para que no se sitúe bajo del contrapeso.

3.4.5 PUENTE DE CONTRAPESO

Sirve de fijación para las guías de contrapeso y cabina. Se utiliza para pórticos de cabina y el contrapeso lateral. Fijan las guías a la pared del hueco.

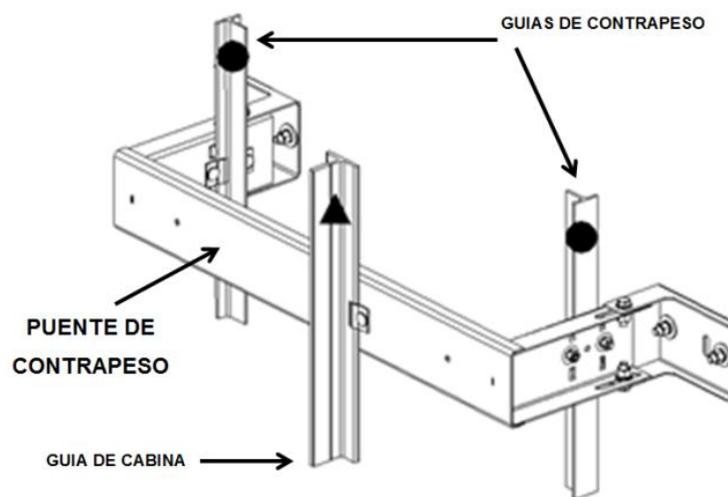


Fig. 37: Puente de contrapeso.

3.4.6 MÁQUINA

La máquina eléctrica tiene un motor que hace mover una polea por donde pasan los cables que sujetan el chasis y la cabina. La máquina va fijada siempre encima de una bancada que se apoya sobre las guías de contrapeso. Dependiendo de si la obra es con cuarto de máquinas (CCM) o sin cuarto de máquinas (SCM), tendrá una forma diferente.

Existen dos tipos de máquinas: reductoras y Gearless. Las principales diferencias entre ellas son:

- Tamaño
- Velocidad del motor: las máquinas Gearless llevan un circuito VF (circuito eléctrico de variación de frecuencia), lo que hace que se regule la velocidad automáticamente.
- Tipo de freno
- Tipo de ventilación
- Precio
- Nº de componentes

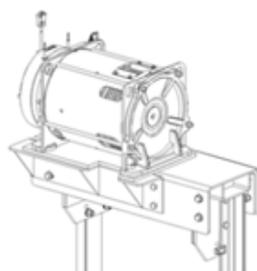
3.4.7 BANCADA

Es el lugar donde se sitúa la máquina.

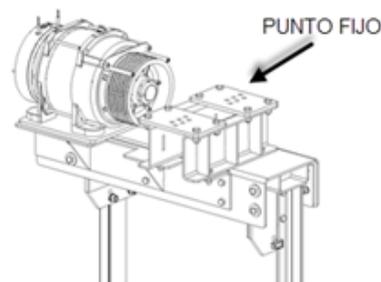
Tipos de bancada:

- **SCM (Sin cuarto de máquinas):**

- Modelo 1



RELACIÓN 1:1



RELACIÓN 2:1

Fig.38: Tipos de bancada para el Modelo 1 SCM.

○ Modelo 2

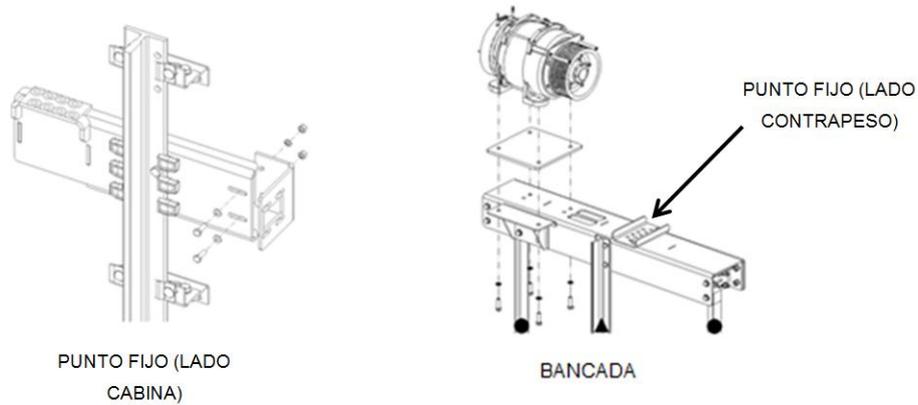


Fig.39: Tipos de bancada para el Modelo 2 SCM.

- CCM (Con cuarto de máquinas):

○ Se pueden distinguir entre dos tipos de bancada:

- **Bancada alta:** Con polea de desvío. Se utiliza para aumentar la distancia de la caída de cables, para de este modo asegurar que dicha caída tenga la distancia requerida.

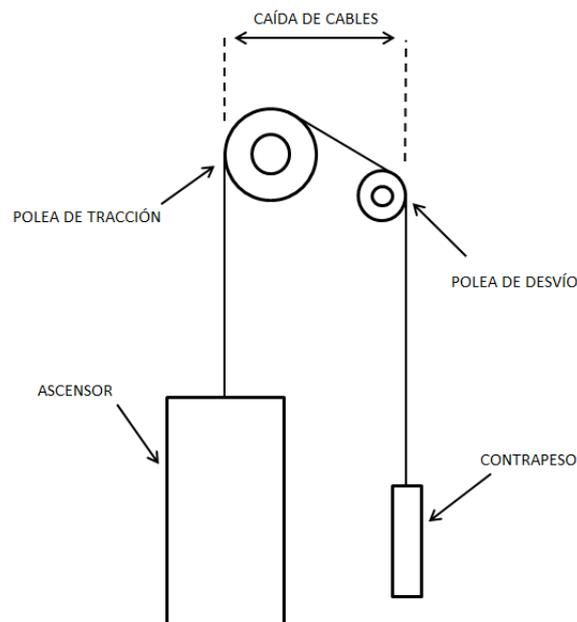


Fig. 40: Bancada alta (CCM).

- **Bancada baja:** Sin polea de desvío, ya que la polea de tracción es lo suficientemente grande para que el ángulo de abrazamiento de la caída de cables de sea de 180º y tenga la distancia requerida.

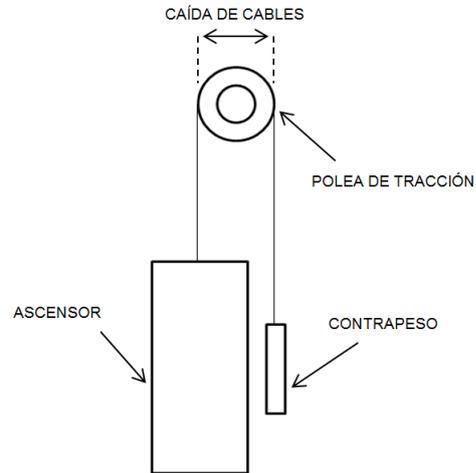


Fig.41: Bancada baja (CCM).

3.4.8 ARMARIOS DE MANIOBRA PARA ASCENSORES ELÉCTRICOS

En los ascensores con CCM, tanto el armario como la máquina se colocan en el cuarto de máquinas (CM).

En los ascensores SCM como no existe cuarto, el armario de maniobra hay que situarlo en otro lugar (junto al rellano, dentro del hueco...). Existen varias opciones:

- **Armario integral:** se puede colocar en cualquiera de los rellanos.
- **Armario dividido en dos partes:** por un lado, el armario de potencia y por otro el armario de control.

En el armario de potencia está situado el variador de frecuencia. Dicho armario se suele colocar en el interior del hueco lo más cercano posible a la máquina.

El armario de control tiene que estar accesible ya que es donde se encuentran los elementos de control y se debe poder usar en las labores de mantenimiento. Existen dos opciones para situarlo, o bien en el marco de la puerta o en un armario situado junto a la puerta. Generalmente se encuentra en la última planta.

CAPÍTULO 4

MANTENIMIENTO DE LOS COMPONENTES DE UN ASCENSOR ELÉCTRICO

4.1 INTRODUCCIÓN

Para asegurar un funcionamiento óptimo de un ascensor, además de que la instalación a mantener debe estar correcta y legalmente realizada, es indispensable un seguimiento del mismo, para asegurarse de que todos los elementos funcionan correctamente y reducir las probabilidades de que éste falle.

Por ello, el mantenimiento de un ascensor se rige por la Norma Europea EN 13015:2001+A1:2008: Mantenimiento de ascensores y escaleras mecánicas. Reglas para las instrucciones de mantenimiento.

También se deben pasar una serie de pruebas para comprobar que cumplen tanto la norma de mantenimiento, como la norma que rige la construcción e instalación de ascensores (A1 para eléctricos y A2 para hidráulicos).

El capítulo de mantenimiento se dividirá en tres partes. Primero se realizarán las tablas del mantenimiento preventivo, divididas por sistemas del ascensor, así como las del mantenimiento predictivo y finalmente se expondrá una serie de componentes que se deberían tener como repuesto para cambiarlos cuando sufran deterioro o averías (mantenimiento correctivo).

Se supondrá un mantenimiento de un ascensor eléctrico de 8 paradas (alturas), con cuarto de máquinas y máquina reductora, situado en una finca de viviendas, con un tránsito estándar.

4.2 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para detallar el plan de mantenimiento preventivo de un ascensor, se incluirá a continuación una tabla en la que se reflejará el **sistema** al que pertenece la operación de mantenimiento que le corresponde, el **elemento** a mantener, la **descripción de la operación** de mantenimiento, un **código**, el **periodo de realización** al que se le asignará una **gama**, los **repuestos necesarios**, la cantidad de **operarios** y su especialidad, el **tiempo asignado** a la tarea, el **coste de la mano de obra**, el **coste de repuesto**, el **coste total** y por último el **código del procedimiento** donde se describe cómo hacer la operación.

La tabla que se realizará irá diferenciada según el sistema al que pertenece: el hueco, donde está instalado el ascensor; los cables de suspensión, la máquina que da movimiento al ascensor, el cuarto de máquinas, el chasis, las puertas tanto de rellano como de cabina y la propia cabina. No todos estos sistemas tienen mantenimiento preventivo, ya que no es necesario cambiar piezas de todos los sistemas.

En la tabla también se incluirán los componentes de seguridad del ascensor, ya que son elementos que se deberán inspeccionar con más detenimiento, debido a su importancia para la seguridad de las personas que viajan en el ascensor.

4.2.1 TABLA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UN ASCENSOR ELÉCTRICO

Sistema	Elemento	Operación	Código	Periodo	Gama	Recambio	Nº especialidad del Operario	Tiempo asignado (min)	Coste repuesto	Coste mano de obra (30€/h)	Coste total	Procedimiento de la operación
Suspensión	Cables de suspensión	Sustitución de los cables de tracción	SU01	7 años	C	Cables de tracción 8 mm	1 mecánicos	30	50 €	15	75 €	OSU01
		Lubricación de cables	SU02	Mensual	A	Grasa MULTIS MS 2	1 mecánico	15	15 €	7,5	38 €	OSU02
Máquina	Freno	Cambiar las zapatas de freno	MA01	7 años	A	ZapataQks9 Schindler	1 mecánico	20	40 €	10	65 €	OMA01
	Máquina tractora	Lubricación de la máquina	MA02	Mensual	A	Repsol ELECTRA 3X	1 mecánico	10	40 €	5	48 €	OMA02
	Polea tractora	Sustitución	MA03	10 años	D	Polea 265x6x6,5	1 mecánico	40	50 €	20	90 €	OMA03
Chasis	Guías de cab. / contr.	Lubricación	CH01	Mensual	A	Shell Tonna S 2M	1 mecánico	10	30 €	5	45 €	OCH01
	Fijaciones guía cab./contr.	Sustitución	CH02	7 años	C	Fijaciones estándar	1 mecánico	45	15 €	22,5	43 €	OCH02
	Polea de cabezal	Sustitución	CH03	10 años	D	Polea Halken	1 mecánico	50	30 €	25	55 €	OCH03
Puertas	Puertas cabina/rellano	Lubricación	PU01	1 año	B	Shell Tonna S 2M	1 mecánico	15	15 €	7,5	38 €	OPU01
Componentes de seguridad	Finales de carrera	Sustitución	CS01	7 años	C	Sensor final de carrera	1 mecánico	20	10 €	10	35 €	OCS01
	Limitador de velocidad	Sustitución	CS02	7 años	C	Limitador SLC	1 mecánico	20	100 €	10	233 €	OCS02
	Paracaídas	Sustitución	CS03	7 años	C	Paracaídas SLC	1 mecánico	15	80 €	7,5	103 €	OCS03
	Amortiguadores	Sustitución	CS04	7 años	C	Tacos Silentblock	1 mecánico	15	20 €	7,5	35 €	OCS04

4.2.2 PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UN ASCENSOR A LOS 10 AÑOS

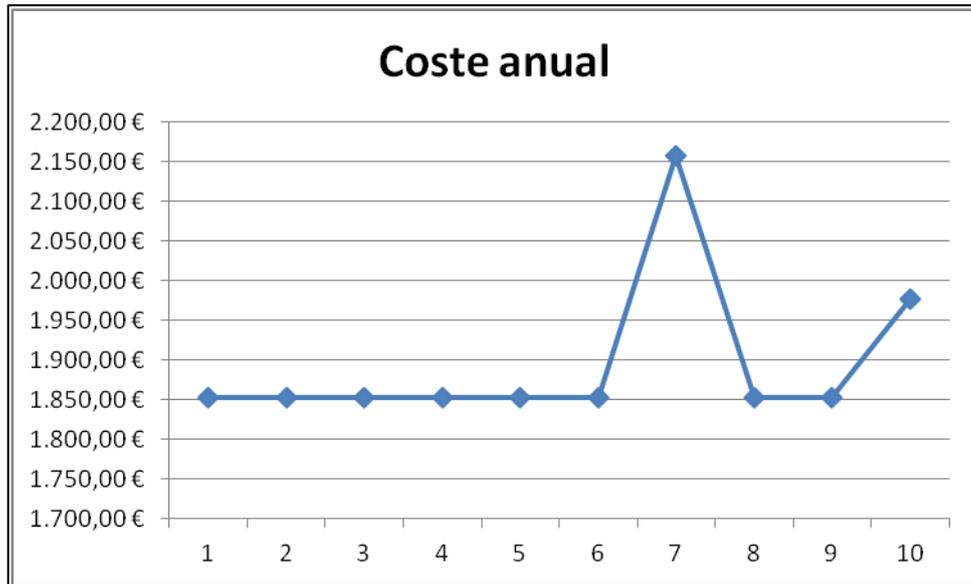
En base a la tabla anterior, se procede a realizar el cálculo del coste (en €) que supone el mantenimiento preventivo de un ascensor eléctrico cada 10 años, teniendo en cuenta el coste de los repuestos y el coste de mano de obra según el tiempo empleado.

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gamas	12A, B	12A, B, C	12A, B	12A, B	12A, B, D					
Costes repuestos (€)	1.515,00	1.515,00	1.515,00	1.515,00	1.515,00	1.515,00	1.770	1.515,00	1.515,00	1.595,00
Coste M.O. (€)	337,50	337,50	337,50	337,50	337,50	337,50	387,50	337,50	337,50	382,50
Coste anual (€)	1.852,50	1.852,50	1.852,50	1.852,50	1.852,50	1.852,50	2.157,50	1.852,50	1.852,50	1.977,50
Coste acumulado (€)	1.852,50	3.705,00	5.557,50	7.410,00	9.262,50	11.115,00	13.272,50	15.125,00	16.977,50	18.955,00

El precio total del mantenimiento preventivo a los 10 años es de 18.955 €.

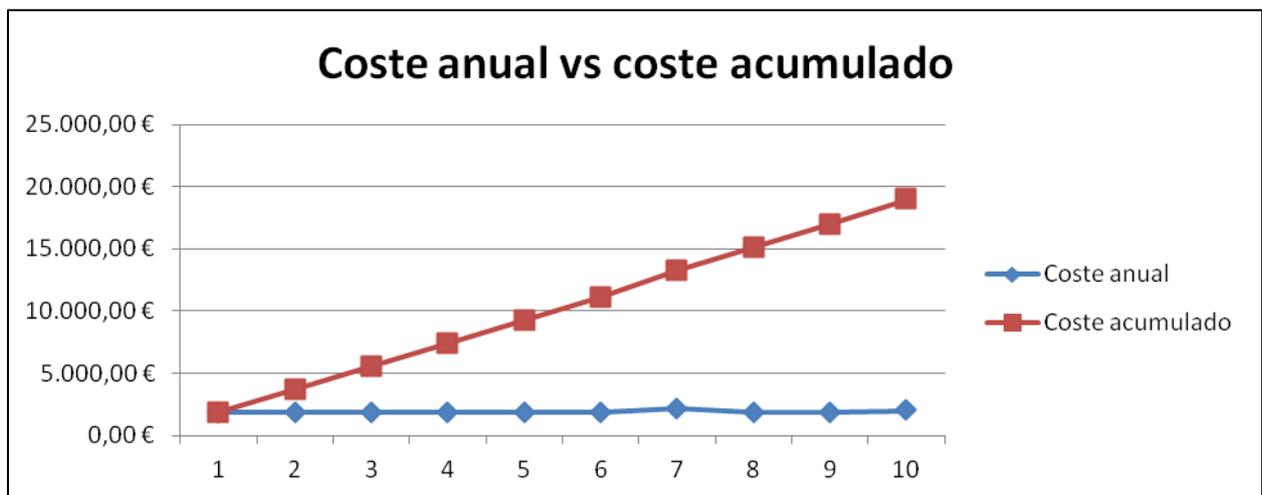
Al año costará alrededor de 1.800€, a excepción de los años en los que se acumulan gamas.

A continuación se muestra una gráfica en la que se representa tanto el coste del mantenimiento anual como el acumulado durante 10 años.



Se puede observar un pico en el año, siete en el cual es donde se acumulan las tres primeras gamas. Existe otro pico pero más pequeño en el año 10, donde se acumulan las gamas A, B y D.

También se muestra la comparación entre el coste del mantenimiento anual como el acumulado durante 10 años:



4.3 PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Para detallar el plan de mantenimiento predictivo de un ascensor, se incluirán varias tablas en la que se reflejará el **sistema** al que pertenece la operación de mantenimiento predictivo que le corresponde, el **elemento a mantener**, el **tipo de inspección** de mantenimiento, un **código**, un **periodo de realización** al que se le asignará una **gama**, la cantidad de **operarios y su especialidad**, el **tiempo asignado** a la tarea, el **coste de la mano de obra**, el **coste total** y por último el **código del procedimiento** para hacer la inspección.

Las tablas que se realizarán irán diferenciadas según el sistema al que pertenece: el hueco, donde está instalado el ascensor; los cables de suspensión, la máquina que da movimiento al ascensor, el cuarto de máquinas, el chasis, las puertas tanto de rellano como de cabina y la propia cabina.

Al igual que en la tabla del mantenimiento preventivo, se realizará una inspección en la que se incluirán los componentes de seguridad del ascensor.

4.3.1 TABLAS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE UN ASCENSOR ELÉCTRICO

Sistema	Operación	Tipo de inspección	Código	Periodo	Gama	Nº especialidad del Operario	Tiempo asignado (min)	Coste mano de obra (30€/h)	Coste total (€)	Procedimiento de la operación
Hueco	Comprobar que la zona está limpia, seca y sin basuras.	Visual	HUE001	Mensual	A	1 mecánico	30	15	15	PHUE001
	Comprobar exceso de aceite/grasa en la parte baja de las guías	Visual	HUE002	Mensual	A	1 mecánico	3	1,5	1,5	PHUE002
	Comprobar estado general de paredes, ventilación, instalaciones extrañas	Visual	HUE003	Mensual	A	1 mecánico	5	2,5	2,5	PHUE003
	Comprobar estado del contrapeso y sus amarres	Visual	HUE004	Mensual	A	1 mecánico	20	10	10	PHUE004
	Comprobar guías y sus amarres	Visual	HUE005	Mensual	A	1 mecánico	20	10	10	PHUE005
	Comprobar el funcionamiento del alumbrado del hueco	Funcionamiento	HUE006	Mensual	A	1 mecánico	2	1	1	PHUE006
	Estado de acceso al foso	Visual	HUE007	Mensual	A	1 mecánico	2	1	1	PHUE007
	Comprobar el interruptor de parada en foso	Funcionamiento	HUE008	Mensual	A	1 mecánico	5	2,5	2,5	PHUE008

Sistema	Elemento	Operación	Tipo de inspección	Código	Periodo	Gama	Nº especialidad del Operario	Tiempo asignado (min)	Coste mano de obra (30€/h)	Coste total (€)	Procedimiento de la operación
Suspensión	Cables de suspensión	Comprobar el desgaste, alargamiento y tensión.	Visual	SUS001	Mensual	A	1 mecánico	30	15	15	PSUS001
		Comprobar la lubricación.	Visual	SUS002	Mensual	A	1 mecánico	10	5	5	PSUS002
Máquina	Generador	Comprobar desgaste de rodamientos	Visual	MAQ001	Semestral	B	1 mecánico	15	7,5	7,5	PMAQ001
		Comprobar la lubricación	Visual	MAQ002	Mensual	A	1 mecánico	5	2,5	2,5	PMAQ002
		Comprobar el estado del conmutador	Funcionamiento	MAQ003	Mensual	A	1 mecánico	2	1	1	PMAQ003
	Reductor	Comprobar el desgaste del engranaje	Visual	MAQ004	Semestral	B	1 mecánico	5	2,5	2,5	PMAQ004
		Comprobar la lubricación	Visual	MAQ005	Mensual	A	1 mecánico	5	2,5	2,5	PMAQ005
	Freno	Comprobar el sistema de frenado	Funcionamiento	MAQ006	Mensual	A	2 mecánicos	15	7,5	7,5	PMAQ006
		Comprobar las piezas en cuanto al desgaste	Visual	MAQ007	Semestral	B	1 mecánico	2,5	1,25	1,25	PMAQ007
	Polea deflectora	Comprobar estado y desgaste de las ranuras	Visual	MAQ008	Semestral	B	1 mecánico	2,5	1,25	1,25	PMAQ008
		Comprobar el ruido anormal y/o vibraciones en los rodamientos	Funcionamiento	MAQ009	Mensual	A	1 mecánico	10	5	5	PMAQ009
		Comprobar protecciones	Visual	MAQ010	Mensual	A	1 mecánico	5	2,5	2,5	PMAQ010
		Comprobar la lubricación	Visual	MAQ011	Mensual	A	1 mecánico	5	2,5	2,5	PMAQ011
	Polea tractora	Comprobar el estado y las ranuras en cuanto al desgaste	Visual	MAQ012	Semestral	B	1 mecánico	2,5	1,25	1,25	PMAQ012
Inspección especial	Comprobar el grupo tractor de los aparatos de uso públicos o industriales	Funcionamiento	ESP001	7 años	D	1 mecánico	60	30	30	PESP001	

Sistema	Operación	Tipo de inspección	Código	Periodo	Gama	Nº especialidad del Operario	Tiempo asignado (min)	Coste mano de obra (30€/h)	Coste total (€)	Procedimiento de la operación
Cuarto de máquinas/ Armario de Maniobra	Comprobar estado del acceso	Visual	CCM001	Mensual	A	1 mecánico	2	1	1	PCCM001
	Comprobar la puerta del cuarto o del armario	Visual	CCM002	Mensual	A	1 mecánico	1	0,5	0,5	PCCM002
	Comprobar cerradura de la puerta del armario	Visual	CCM003	Mensual	A	1 mecánico	1	0,5	0,5	PCCM003
	Comprobar estado y funcionamiento del interruptor general, magnetotérmicos, diferenciales	Accionar	CCM004	Mensual	A	1 mecánico	7	3,5	3,5	PCCM004
	Comprobar iluminación	Visual	CCM005	Mensual	A	1 mecánico	2	1	1	PCCM005
	Comprobar estado general de paredes, ventilación, instalaciones extrañas	Visual	CCM006	Mensual	A	1 mecánico	5	2,5	2,5	PCCM006
	Comprobar estado y vigencia del Libro del ascensor	Cumplimentar	CCM007	Mensual	A	1 mecánico	10	5	5	PCCM007
	Comprobar las instrucciones de emergencia, llave de puertas, palanca freno	Visual	CCM008	Mensual	A	1 mecánico	7	3,5	3,5	PCCM008
	Comprobar funcionamiento del motor, ruidos anormales	Funcionamiento	CCM009	Mensual	A	1 mecánico	15	7,5	7,5	PCCM009
	Comprobar estado del cuadro de maniobra	Visual	CCM010	Mensual	A	1 mecánico	5	2,5	2,5	PCCM010
	Comprobar la polea, protecciones mecánicas, cables	Visual	CCM011	Mensual	A	1 mecánico	10	5	5	PCCM011
	Comprobar el sistema de rescate automático	Funcionamiento	CCM012	Mensual	A	1 mecánico	5	2,5	2,5	PCCM012
	Comprobar si existen holguras en la máquina y en elementos accesorios	Funcionamiento	CCM013	Semestral	B	1 mecánico	7	3,5	3,5	PCCM013
	Control de temperatura	Funcionamiento	CCM014	Semestral	B	1 mecánico	2	1	1	PCCM014
	Comprobarla lubricación	Visual	CCM015	Semestral	B	1 mecánico	5	2,5	2,5	PCCM015
	Comprobar el aislamiento del cableado eléctrico	Visual	CCM016	Semestral	B	1 mecánico	5	2,5	2,5	PCCM016
	Comprobar la precisión de parada en el piso	Funcionamiento	CCM017	Mensual	A	1 mecánico	6	3	3	PCCM017

Sistema	Elemento	Operación	Tipo de inspección	Código	Periodo	Gama	Nº especialidad del Operario	Tiempo asignado (min)	Coste mano de obra (30€/h)	Coste total (€)	Procedimiento de la operación
Chasis	Guías de cabina / contrapeso	Comprobar la película de aceite donde se requiera en todas las superficies de la guía.	Visual	CHA001	Mensual	B	1 mecánico	5	2,5	2,5	PCHA001
		Comprobar las fijaciones	Visual	CHA002	Anual	C	1 mecánico	30	15	15	PCHA002
		Comprobar rodaderas en cuanto al desgaste.	Visual	CHA003	Mensual	A	1 mecánico	10	5	5	PCHA003
		Comprobar la lubricación	Visual	CHA004	Mensual	A	1 mecánico	5	2,5	2,5	PCHA004
Puertas	Puertas rellano	Comprobar funcionamiento de las cerraduras	Funcionamiento	PRE001	Mensual	A	1 mecánico	10	5	5	PPRE001
		Comprobar el libre movimiento de las puertas.	Funcionamiento	PRE002	Mensual	A	1 mecánico	8	4	4	PPRE002
		Comprobar el guiado de la puerta	Funcionamiento	PRE003	Mensual	A	1 mecánico	10	5	5	PPRE003
		Comprobar las holguras, deformaciones, oxidaciones y señalización de la puerta	Visual	PRE004	Mensual	A	1 mecánico	8	4	4	PPRE004
		Comprobar el dispositivo de apertura de puerta para el pasajero.	Funcionamiento	PRE005	Mensual	A	1 mecánico	1	0,5	0,5	PPRE005
		Comprobar la lubricación	Visual	PRE006	Mensual	A	1 mecánico	5	2,5	2,5	PPRE006
	Puertas cabina	Comprobar el contacto de puerta cerrada o de la cerradura.	Funcionamiento	PCA001	Mensual	A	1 mecánico	5	2,5	2,5	PPCA001
		Comprobar el libre movimiento de las puertas.	Funcionamiento	PCA002	Mensual	A	1 mecánico	1	0,5	0,5	PPCA002
		Comprobar el guiado de la puerta	Funcionamiento	PCA003	Mensual	A	1 mecánico	5	2,5	2,5	PPCA003
		Comprobar las holguras, deformaciones, oxidaciones y señalización de la puerta	Visual	PCA004	Mensual	A	1 mecánico	12	6	6	PPCA004
		Comprobar el dispositivo de apertura de puerta para el pasajero.	Funcionamiento	PCA005	Mensual	A	1 mecánico	2	1	1	PPCA005
		Comprobar la lubricación	Visual	PCA006	Mensual	A	1 mecánico	3	1,5	1,5	PPCA006

Sistema	Operación	Tipo de inspección	Código	Periodo	Gama	Nº especialidad del Operario	Tiempo asignado (min)	Coste mano de obra (30€/h)	Coste total (€)	Procedimiento de la operación
Cabina	Comprobar estado general, alumbrado, rótulos y placas	Visual	CAB001	Mensual	A	1 mecánico	10	5	5	PCAB001
	Comprobar botonera, alarma, luz de emergencia, posicional	Funcionamiento	CAB002	Mensual	A	1 mecánico	10	5	5	PCAB002
	Comprobar sistema de comunicación bidireccional	Funcionamiento	CAB003	Mensual	A	1 mecánico	8	4	4	PCAB003
	Comprobar funcionamiento, ruidos anormales	Funcionamiento	CAB004	Mensual	A	1 mecánico	7	3,5	3,5	PCAB004
	Comprobar los amarres a la cabina, fijaciones de la barandilla	Visual	CAB005	Mensual	A	1 mecánico	10	5	5	PCAB005
	Comprobar limpieza techo cabina	Visual	CAB006	Mensual	A	1 mecánico	5	2,5	2,5	PCAB006
	Comprobar si existen holguras en la cabina (rozaderas, rodaderas)	Funcionamiento	CAB007	Semestral	B	1 mecánico	10	5	5	PCAB007
	Comprobar el sistema amarres cabina	Funcionamiento	CAB008	Semestral	B	1 mecánico	10	5	5	PCAB008

Sistema	Elemento	Operación	Tipo de inspección	Código	Periodo	Gama	Nº especialidad del Operario	Tiempo asignado (min)	Coste mano de obra (30€/h)	Coste total	Procedimiento de la operación
Componentes de seguridad	Finales de carrera	Comprobar funcionamiento	Funcionamiento	CSF001	Mensual	A	1 mecánico	10	5	5	PCSF001
	Limitador de velocidad	Comprobar los cables de suspensión y del limitador	Visual	CSL001	Mensual	A	1 mecánico	15	7,5	7,5	PCSL001
		Comprobar la velocidad del disparo del limitador	Funcionamiento	CSL002	Anual	C	1 mecánico	8	4	4	PCSL002
		Comprobar la tensión del cable limitador	Funcionamiento	CSL003	Mensual	A	1 mecánico	5	2,5	2,5	PCSL003
		Comprobar las partes móviles en cuanto a libre movimiento y desgaste	Funcionamiento	CSL004	Semestral	B	1 mecánico	5	2,5	2,5	PCSL004
		Comprobar embrague (1)	Funcionamiento	CSL005	Mensual	A	2 mecánicos	20	10	10	PCSL005
		Comprobar el interruptor	Funcionamiento	CSL006	Mensual	A	1 mecánico	3	1,5	1,5	PCSL006
		Comprobar el enclavamiento del limitador	Funcionamiento	CSL007	Mensual	A	1 mecánico	10	5	5	PCSL007
		comprobar deslizamiento	Funcionamiento	CSL008	Mensual	A	1 mecánico	15	7,5	7,5	PCSL008
	Amortiguadores	Comprobar la lubricación	Visual	CSA001	Mensual	A	1 mecánico	5	2,5	2,5	PCSA001
		Comprobar las fijaciones	Visual	CSA002	Mensual	A	1 mecánico	10	5	5	PCSA002
	Paracaídas	Comprobar el libre movimiento y el desgaste de las partes móviles.	Funcionamiento	CSP001	Semestral	B	1 mecánico	15	7,5	7,5	PCSP001
		Comprobar la lubricación	Visual	CSP002	Mensual	A	1 mecánico	5	2,5	2,5	PCSP002
		Comprobar las fijaciones	Visual	CSP003	Mensual	A	1 mecánico	10	5	5	PCSP003
		Comprobar el funcionamiento	Funcionamiento	CSP004	Mensual	A	1 mecánico	10	5	5	PCSP004
		Comprobar el interruptor.	Funcionamiento	CSP005	Mensual	A	1 mecánico	1	0,5	0,5	PCSP005

(1) Para su comprobación es necesario una palanca y un peso de 15 kg.

4.3.2 PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE UN ASCENSOR A LOS 10 AÑOS

Al igual que se ha hecho con el mantenimiento preventivo, en base a la tabla anterior, se calculará el coste (en €) que supone el mantenimiento predictivo de un ascensor eléctrico cada 10 años, teniendo en cuenta el coste de la mano de obra según el tiempo empleado.

Se compararán los datos con los obtenidos con el mantenimiento preventivo, para hacer la suma de ambos y obtener el coste total del mantenimiento en un ascensor eléctrico a los 10 años.

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gamas	12A,2B,C	12A,2B,C	12A,2B,C	12A,2B,C	12A,2B,C	12A,2B,C	12A,2B,C, D	12A,2B,C	12A,2B,C	12A,2B,C
Coste M.O. (€)	1.892,00	1.892,00	1.892,00	1.892,00	1.892,00	1.892,00	1.907,00	1.892,00	1.892,00	1.892,00
Coste Acum. (€)	1.892,00	3.784,00	5.676,00	7.568,00	9.460,00	11.352,00	13.259,00	15.151,00	17.043,00	18.935,00
Coste acum. P&P (€)	3.744,50	7.489,00	11.233,50	14.978,00	18.722,50	22.467,00	26.531,50	30.276,00	34.020,50	37.890,00

Aquí se puede observar que el coste acumulado a los 10 años sólo de mantenimiento predictivo es de 18.935 €, que es casi lo mismo que supone el coste total de mantenimiento preventivo.

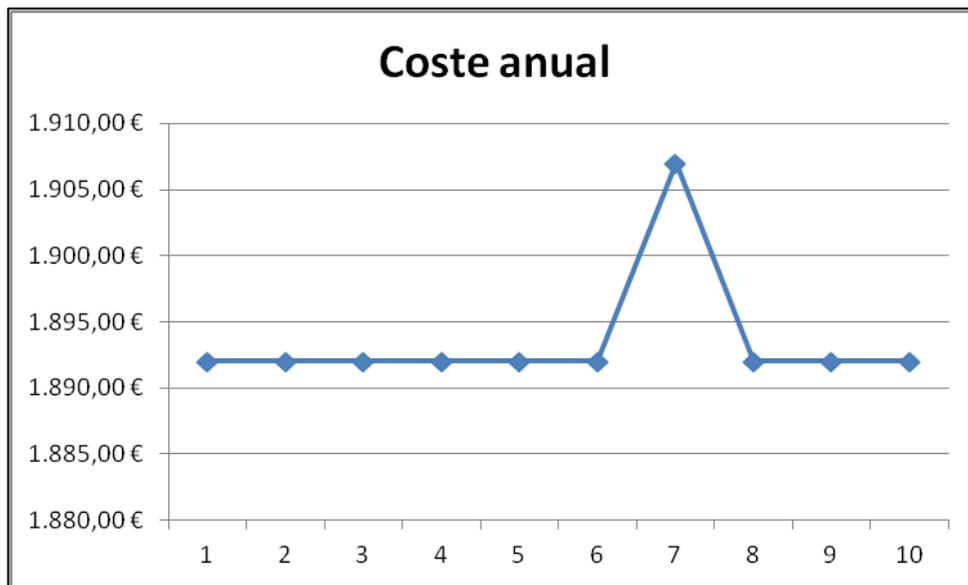
El coste total de mantenimiento de un ascensor eléctrico es de unos **37.890 € a los 10 años.**

Al año, haría un total de casi 3.800 €. Comparándolo con un presupuesto de mantenimiento de una finca de viviendas de las mismas condiciones, se excede un poco de la media. Esto se justifica debido a que el mantenimiento preventivo apenas se lleva a la práctica, ya que las piezas se suelen cambiar cuando se ven estropeadas, sin un periodo para sustituirlas. Lo que en realidad suelen hacer los operarios es hacer las pruebas necesarias para comprobar el correcto funcionamiento de las piezas. Por ejemplo, los componentes de seguridad no se suelen cambiar hasta que se haya producido un acúmulo.

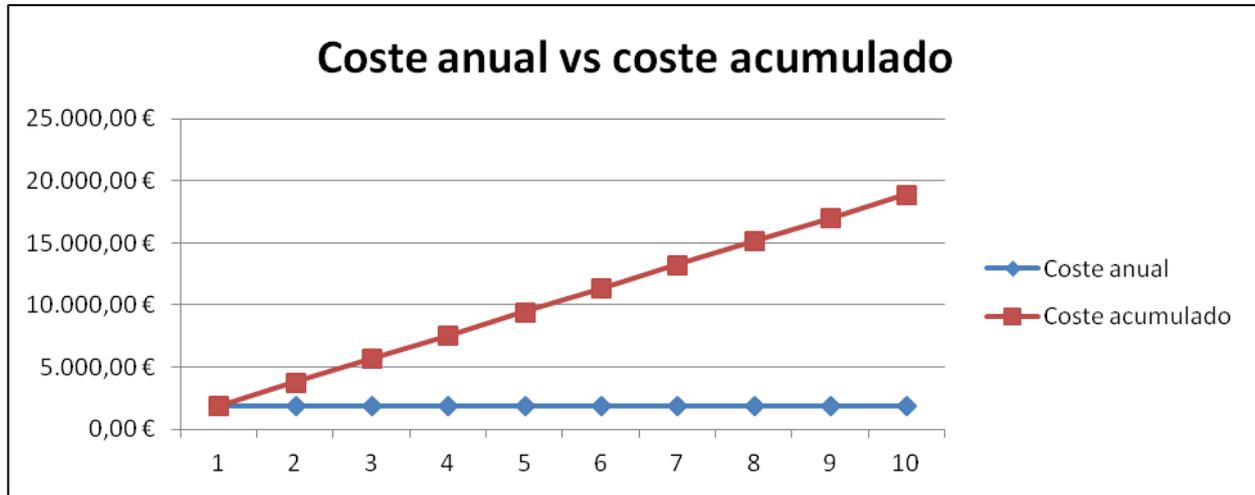
Respecto al mantenimiento predictivo, se han nombrado todas las operaciones que se aconseja realizar, a parte de las obligatorias, por lo tanto los operarios, al hacer una revisión, pueden reducir el tiempo que emplean incluso hasta la mitad.

Estos factores reducirían considerablemente el coste del mantenimiento del ascensor.

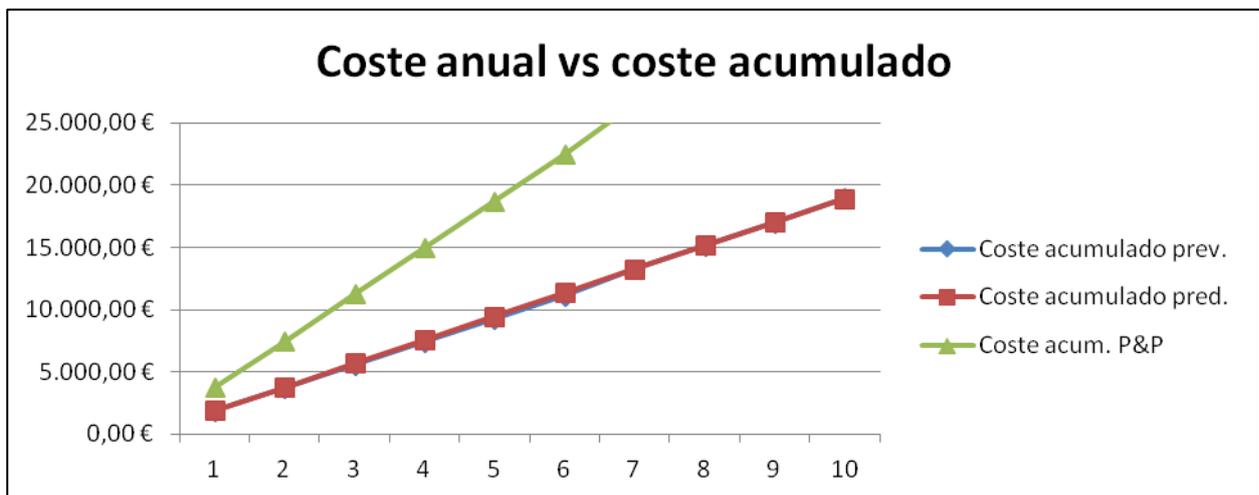
A continuación se observa la evolución en años del coste del mantenimiento predictivo:



También se muestra la comparación entre el coste del mantenimiento anual como el acumulado durante 10 años:



Por último, se van a mostrar en la siguiente gráfica la comparación entre el mantenimiento preventivo acumulado, el predictivo acumulado, y la suma de ambos:



Se puede observar en la gráfica anterior que es muy similar el coste de mantenimiento preventivo y el coste de mantenimiento predictivo.

4.3.3 EJEMPLOS DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN

- **PSUS01: Comprobar el desgaste, alargamiento y tensión de los cables.**

Respecto a la suspensión, se debe tener en cuenta que los cables se examinarán mediante el acceso manual del ascensor o a velocidad reducida. Un cordón roto o su equivalente en alambres en un metro de longitud en un cable obliga al cambio de todos los cables. También se comprobará la inexistencia de empalmes, oxidaciones o corrosiones elevadas, deformaciones o cualquier otro defecto que modifique sus características originales.

El número de cables por ascensor será como mínimo de dos y su diámetro no deberá ser inferior a 8 mm. Deberá comprobarse que el cable instalado corresponde al del diseño del aparato. La relación entre el diámetro del cable y la polea de adherencia deberá ser de 4 como mínimo.

Las tensiones entre cables deberán ser similares y estar equilibradas. Se verificará sobre la cabina, situándola en una posición intermedia de recorrido. Se verificará la existencia del dispositivo automático de igualación de la tensión de los cables, al menos en uno de sus extremos, debiendo trabajar siempre a compresión en el caso de muelles.

Se comprobará la longitud adecuada de los cables de tracción verificándose de forma que cuando la cabina se encuentra en la posición más alta del recorrido, el contrapeso no incidirá sobre los amortiguadores, o viceversa.

- **PMAQ006: Comprobar el sistema de frenado.**

Respecto al mantenimiento de la máquina, se debe realizar la prueba de funcionamiento de freno, comprobando su actuación correcta por falta de corriente eléctrica.

Para ello se desconectará el interruptor general (diferencial o magnetotérmico) durante un recorrido normal del ascensor, verificando su actuación.

Así, se verificarán las características reglamentarias de los sistemas de frenado comprobándose que los equipos instalados cumplen con las preinscripciones de la normativa.

En el sistema de frenado debe existir palanca de accionamiento manual de desbloqueo del freno, indicado claramente. Además, deberá existir en el cuarto de máquina las instrucciones de uso.

Visualmente se debe comprobar los mecanismos de freno, no debiendo existir desgaste o corrosión en ejes y cubos de alas articulaciones, grietas o rotura de espiras en resortes o posibilidad de salirse de sus asientos.

Respecto al desgaste de piezas, no debe existir contacto metálico entre el tambor y el soporte de las zapatas, cuyo espesor mínimo admisible será de 3mm.

- **PCAB001: Comprobar estado general, alumbrado, rótulos y placas.**

Respecto al estado general de la cabina se deben verificar varias características:

- El techo de la cabina debe resistir sin deformación el peso de dos personas.
- Las aberturas sólo se admitirán para el acceso, ventilación y registros de socorro (sobre el techo).
- La altura interior no deberá ser inferior a 2 metros
- La altura de las entradas deben ser como mínimo de 1.90 metros o de 2 metros.
- La superficie útil del suelo de la cabina se comprobará que es la adecuada, conforme a la carga máxima y número de pasajeros admisibles.
- El material de las paredes y techo de la cabina puede ser de vidrio, que debe ser laminado. Las fijaciones de las hojas sobre las paredes deben asegurar que el vidrio no pueda salirse de su fijación, aun deformadas. Las hojas deben estar marcadas con el nombre del fabricante y su marca comercial, el tipo de vidrio y el espesor. Deben tener un pasamanos entre 0.90 y 1.10 metros fijado independientemente del vidrio.

Respecto al alumbrado de emergencia, deberá tener suficiente capacidad como para alimentar durante 1 hora al menos, una lámpara de 1W.

Se comprobará también la existencia de una barandilla, fija o abatible, en el caso de que exista un espacio libre, medido desde la pared del hueco hasta el borde de la cabina, superior a 30cm.

- **PCSL007: Comprobar el enclavamiento del limitador.**

Para comprobar el enclavamiento del limitador de velocidad se deberá liberar primero uno de los tensores de la correa (el inferior o el superior) y formar un lazo con la correa dentada, y con la mano y tirando bruscamente del extremo libre, la correa hace girar al limitador. El limitador se debe enclavar y al soltar la correa y girar en sentido contrario, el limitador se debe desenclavar.

Si es necesario determinar con precisión las velocidades de actuación de enclavamiento y en su caso del contacto de sobrevelocidad se debe disponer de un sistema de medida adecuado, como por ejemplo:

- Un taladro/motor con polea dentada.
- Un tacómetro

Se debe proceder de la siguiente manera:

1. Quitar la polea dentada del paso del limitador.
2. Pasar la correa abierta por el limitador y en su caso por el exterior de las poleas de desvío.
3. Engranar la correa dentada en la polea dentada que previamente se ha debido acoplar al taladro.
4. Hacer girar lentamente el taladro y subir las revoluciones por minuto del mismo lentamente. Se deben visualizar las revoluciones por minuto del limitador o de la polea dentada.
5. Anotar la velocidad a la que el limitador enclava.
6. Calcular la velocidad lineal a la que se ha producido el enclavamiento, considerando que 1 m/s de velocidad lineal del limitador corresponde aproximadamente con 104 revoluciones por minuto del limitador. Comprobar con los valores de la placa de características.

- **PCSL005: Comprobar embrague.**

Se debe comprobar periódicamente que el embrague del limitador es capaz de transmitir el doble del esfuerzo requerido para accionar los paracaídas.

1. Colocar en la barra de transmisión a través de una llave o palanca un peso de 15 kg a 90 mm. Evitar que se actúen los paracaídas en un sentido, colocando un tope.

2. Accionar el sistema de actuación a distancia y mover el ascensor en sentido contrario a velocidad lenta. El contacto de la barra de transmisión debe mandar la parada de la máquina.

- **PCSL003: Comprobar la tensión del cable del limitador.**

Comprobar periódicamente la holgura entre el balancín actuador del contacto y el soporte. De existir holgura, tensar hasta hacer tope con el soporte.

Para comprobar el correcto funcionamiento del sistema de detección del destensamiento de correa soltar los fijadores de correa y verificar que los contactos son actuados.

- **PCSL008: Comprobar deslizamiento del limitador.**

Para verificar el correcto funcionamiento del sistema periódicamente con el ascensor en planta y sin alimentar el electroimán, mover la cabina en sentido descendente a velocidad lenta (será necesario puentear el contacto de seguridad desde la maniobra o mover el ascensor manualmente) comprobando que tras el recorrido máximo se accionan los paracaídas. Accionar el electroimán y mover en sentido contrario. Realizar lo indicado para el sentido ascendente de la cabina.

Respecto a la revisión general de los amortiguadores, la temperatura de almacenamiento y uso de los puffers se sitúa en el campo de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ aprox. (óptimo a temperatura ambiente). Un deterioro permanente del material de Poliuretano puede producirse con temperaturas de empleo por encima de $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La duración total de servicio de una pieza de plástico es determinada decisivamente por sus condiciones ambientales y las cargas fisiomecánicas que actúen sobre la pieza.

En el caso de los puffers se deberían cumplir las condiciones de empleo normales indicadas abajo, a fin de conseguir una duración de uso óptima. Difiriendo de las mismas, se limita la duración de servicio según fuerza de la influencia.

Recordamos que los puffers empleados en la construcción sean controlados en cuanto a su aptitud para el uso al cabo de unos 5 a 7 años. En caso de que, en la superficie, se presenten fenómenos de descomposición, fragilidad, desportilladura del material o desprendimientos de la placa metálica, es preciso cambiar el puffer. Por regla general, el deterioro solo afecta las zonas de los bordes con lo cual influye solo insustancialmente en la funcionalidad. Únicamente en el curso del tiempo, con el progresivo envejecimiento de fuera adentro, el puffer va perdiendo eficacia.

La resistencia a productos químicos sólo puede considerarse con conocimientos exactos de las condiciones de empleo y ambientales, ya que, por ejemplo ácidos y bases a temperatura ambiente, pueden actuar de manera distinta sobre puffers de Poliuretano a como lo hacen, por ejemplo a $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

En general se presuponen como condiciones de empleo normales:

- Una temperatura de almacenamiento ambiente de +15 °C a +35°C.
- Una humedad relativa del aire de aprox. 50%.
- Ninguna acción de sustancias químicas.

En general, el Poliuretano espumado (por ejemplo, puffers), no debería emplearse en medios líquidos ya que además del hinchamiento o las eventuales alteraciones químicas, también puede presentarse un efecto de bombeo (absorción) de la estructura de espuma, el cual influye duramente en las propiedades de deformación del puffer.

En lo que respecta a los paracaídas, respecto a la limpieza, es importante verificar que ningún elemento extraño se haya alojado en el interior del paracaídas para que los elementos móviles puedan funcionar correctamente.

El interior del paracaídas se mantendrá limpio no debiéndose aplicar productos lubricantes ni de otra clase sobre los diferentes componentes que puedan influir en el comportamiento del paracaídas.

Los paracaídas llevan protección anticorrosiva en todos los casos. No obstante un chequeo rutinario deberá realizarse para comprobar que los elementos móviles del paracaídas siguen estando en perfecto estado de funcionamiento que deberá incluir al giro de la timonería.

La periodicidad de estas verificaciones será establecida por el mantenedor en función de las características y climatología donde esté ubicada la instalación.

4.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

A pesar del mantenimiento preventivo citado anteriormente, habrá elementos a los que no será rentable aplicar este tipo de mantenimiento y que se realizarán con mantenimiento correctivo, es decir, repararlos o sustituirlos cuando se hayan estropeado.

Se hace seguidamente una relación de los elementos que probablemente pueden fallar a lo largo de la vida del ascensor, asignados en los diferentes sistemas:

- Cuadro de maniobra: Relés, condensadores, contactores, bobinas, fusibles, porta fusibles, diodos, interruptores, resistencias, terminales eléctricos, conectores, rectificadores, magnetotérmicos, bornas.
- Grupo tractor: Guarniciones de freno, bobinas de freno, zapatas de freno, interruptores, engrasadores, aceite de las unidades de tracción, termostatos, tuercas, arandelas, silent-blocks, muelles. Además en el caso de máquinas hidráulicas retenes, recores, presostatos, manómetros, termostatos.
- Cuarto de máquinas / elementos del hueco: Amortiguadores, contactores, engrasadores, rozaderas, interruptores de deceleración y de final de recorrido, interruptores de seguridad, inductores, niveladores.
- Cabina y embarque: Engrasadores de guías, niveladores, pesacargas, pilotos luminosos de cabina y de piso, pulsadores de cabina y de piso, rodaderas, rozaderas, lámparas de iluminación (durante las inspecciones periódicas de mantenimiento preventivo)
- Puertas de piso y de cabina: Bisagras, cerrajas, contactos de apertura y cierre, deslizaderas de puertas, sistema de detección de presencia, muelles, ejes, patines, elementos del operador de puertas, conectores, topes.

4.5 ÓRDENES DE TRABAJO

Se han diseñado los formularios de las órdenes de trabajo para los mantenimientos preventivo, predictivo y correctivo, y se muestran a continuación.

4.5.1 ÓRDENES DE TRABAJO DE MANTEMIENTO PREVENTIVO

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL	Nº:
---	------------

Elemento:	Ascensor Eléctrico	Operario:	
Ubicación:		Fecha:	
Prioridad:		Hora inicio:	
Supervisado por:		Hora fin:	

Tiempo estimado: 50 min.

Código	Operación	Realizado	Pendiente
SU02	Lubricación de cables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MA02	Lubricación de la máquina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CH01	Lubricación guías	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Material necesario:

- SU02: Grasa Multi MS2
- MA02: Repsol ELECTRA 3X
- CH01: Shell Tonna S 2M

Observaciones:

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL	Nº:
---	------------

Elemento:	Ascensor Eléctrico	Operario:	
Ubicación:		Fecha:	
Prioridad:		Hora inicio:	
Supervisado por:		Hora fin:	

Tiempo estimado: 30 min.

Código	Operación	Realizado	Pendiente
PU01	Lubricación de puertas de cabina/rellano	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Material necesario:

PU01: Shell Tonna S 2M

Observaciones:

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CADA 7 AÑOS Nº:

Elemento:	Ascensor Eléctrico	Operario:	
Ubicación:		Fecha:	
Prioridad:		Hora inicio:	
Supervisado por:		Hora fin:	

Tiempo estimado: 180 min.

Código	Operación	Realizado	Pendiente
SU01	Lubricación de puertas de cabina/rellano	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MA01	Cambiar las zapatas de freno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CH02	Sustitución de las fijaciones de las guías	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CS01	Sustitución de finales de carrera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CS02	Sustitución del limitador de velocidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CS03	Sustitución del paracaídas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CS04	Sustitución d los amortiguadores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Material necesario:

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> SU01: Cables de tracción 8mm | <input type="checkbox"/> CS02: Limitador SLC |
| <input type="checkbox"/> MA01: zapata Qks9 Schlinder | <input type="checkbox"/> CS03: Paracaídas SLC |
| <input type="checkbox"/> CH02: Fijaciones estándar | <input type="checkbox"/> CS04: Tacos Silentblock |
| <input type="checkbox"/> CS01: Sensor final carrera | |

Observaciones:

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CADA 10 AÑOS Nº:

Elemento:	Ascensor Eléctrico	Operario:	
Ubicación:		Fecha:	
Prioridad:		Hora inicio:	
Supervisado por:		Hora fin:	

Tiempo estimado: 65 min.

Código	Operación	Realizado	Pendiente
CH03	Sustitución de la polea del cabezal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Material necesario:

CH03: Polea Halken

Observaciones:

4.5.2 ORDEN DE TRABAJO DE MANTEMIENTO PREDICTIVO

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO MENSUAL	Nº:
---	------------

COMPONENTES DE SEGURIDAD

Elemento:	Ascensor Eléctrico	Operario:	
Ubicación:		Fecha:	
Prioridad:		Hora inicio:	
Supervisado por:		Hora fin:	

Tiempo estimado: 118 min.

Código	Operación	Correcto	Reparar
Final de carrera:			
CSF001	Comprobar funcionamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limitador de velocidad			
CSL001	Comprobar los cables de suspensión y del limitador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CSL003	Comprobar la tensión del cable limitador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CSL005	Comprobar embrague	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CSL006	Comprobar el interruptor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CSL007	Comprobar el enclavamiento del limitador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CSL008	comprobar deslizamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Amortiguadores:			
CSA001	Comprobar la lubricación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CSA002	Comprobar las fijaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paracaídas:			
CSP002	Comprobar la lubricación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CSP003	Comprobar las fijaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CSP004	Comprobar el funcionamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CSP005	Comprobar el interruptor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Material necesario:

Observaciones:

4.5.3 ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	Nº:
---	------------

Elemento:	Ascensor Eléctrico	Operario:	
Ubicación:		Fecha:	
Prioridad:		Hora inicio:	
Sistema:		Hora fin:	

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Cuadro de maniobra | <input type="checkbox"/> Cabina | <input type="checkbox"/> Cuarto de máquinas |
| <input type="checkbox"/> Grupo tractor | <input type="checkbox"/> Puertas | <input type="checkbox"/> Hueco |
| <input type="checkbox"/> Chasis | <input type="checkbox"/> Componentes de seguridad | |

Síntomas:

Causa del fallo:

Operación realiaada:

Repuestos empleados:

Observaciones:

CAPÍTULO 5.

CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIONES

Se quiere destacar que toda la información que se ha utilizado para describir el ascensor, los tipos que se fabrican, así como sus partes más importantes, ha sido cedida por la empresa Raloe Mediterráneo, a la que se le agradece su colaboración por ofrecer todos los datos necesarios. Sin embargo, respecto a la parte de mantenimiento, la empresa no ha podido aportar mucha documentación, ya que no disponen de este departamento y es el cliente el que se hace cargo de esta parte, por lo que se ha visto necesario recurrir a la norma de mantenimiento que está vigente actualmente: **UNE-EN 13015:2002+A1: Mantenimiento de ascensores y escaleras mecánicas. Reglas para instrucciones de mantenimiento.**

A pesar de ello, esta norma no contiene mucha información acerca de los pasos necesarios que hay que seguir para hacer un correcto mantenimiento, aunque sí describen algunos ejemplos que se pueden llevar a la práctica, por lo tanto, la parte de la realización de las tablas de mantenimiento tanto preventivo como predictivo, ha sido lo más novedoso de este proyecto.

Cabe destacar que el mantenimiento de un ascensor es primordial para asegurar su correcto funcionamiento, y que sin éste, podrían ocurrir grandes catástrofes, por lo que hay que realizar el mantenimiento de un ascensor con detenimiento e incidir siempre en todos los puntos y asegurarse de que todos los elementos están en condiciones óptimas de funcionamiento.

Sin embargo, la mayoría de operarios y empresas que realizan el mantenimiento se ahorran mucho tiempo y revisan muy por encima algunos elementos que quizá no consideren demasiado importantes para el correcto funcionamiento de los ascensores.

También cabe destacar que la mayoría de elementos no se suelen sustituir sin haber visto un desgaste severo de la pieza, es decir, que se lleva a cabo un mantenimiento más predictivo que preventivo en un ascensor.

En este TFM se ha desarrollado un plan de mantenimiento exhaustivo, cuantificando los costes de las operaciones tanto de preventivo como de predictivo, así como una estimación de las piezas que serán más usadas en el correctivo por una mayor frecuencia de fallos. Con ello se ha podido establecer el coste anual y el coste acumulado en los 10 próximos años de explotación del ascensor.

Por todo ello, el plan de mantenimiento de un ascensor eléctrico desarrollado en este TFM presenta un nivel de ejecución mucho más detallado y con mayor presupuesto de la media de los de una misma categoría realizado por las empresas del sector.

5.2 DESARROLLOS FUTUROS

Dado que el plan de mantenimiento que se ha planteado es un ejercicio académico que puede ser implantado comercialmente, será necesario que sea corroborado en sus operaciones, periodos, tiempos asignados y coste para la mejora continua del mismo.

Considero que el mantenimiento preventivo está en consonancia con lo que se realiza habitualmente en un ascensor, por lo que no será necesaria una modificación en estas acciones, sin embargo el mantenimiento predictivo planteado resulta ser muy exhaustivo, por lo que en ascensores con poco uso puede ser aminorado para no requerir tanta atención y tener un coste más bajo.