

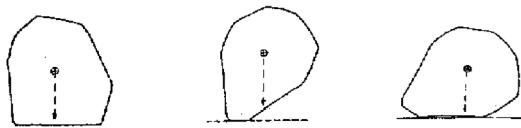
# **CAPÍTULO 1**

## **MANUAL DEL OPERADOR LECCIONES TEÓRICAS**



## 1.1. LA ESTABILIDAD

La estabilidad de cualquier carretilla elevadora depende del reparto de las masas que la misma debe soportar. Para que cualquier cuerpo mantenga un equilibrio estable, es necesario que la proyección de su baricentro o centro de gravedad esté siempre dentro de los límites de su plano de apoyo, si éste, por cualquier circunstancia, saliera de esos límites, el objeto en cuestión modificaría su posición hasta encontrar otro nuevo plano de apoyo que cumpliera con la norma indicada.



Esto supondría, en el caso de las carretillas elevadoras, el vuelco frontal o transversal, con las consecuencias que de ello pueden deducirse.

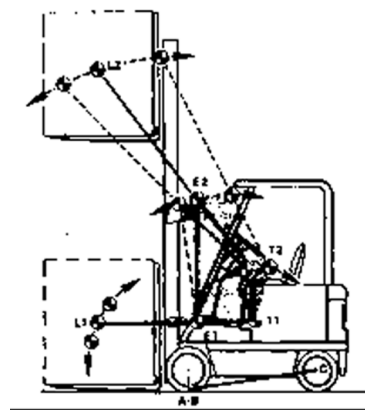
Este concepto de estabilidad es denominado de *estabilidad estática* bien sea frontal o transversal, pero hay otro concepto de estabilidad llamado *estabilidad dinámica*, en el que, aparte de los factores anteriores, intervienen también las fuerzas aplicadas sobre el objeto para procurarle movimiento.

Cuando la carretilla inicia la marcha, modifica su dirección o se detiene, su inercia impulsa al baricentro hacia fuera del plano de sustentación y, si el impulso es muy fuerte o la distancia del baricentro al borde de dicho plano es grande, la carretilla puede volcar.

Por su complejidad, no estudiaremos en este manual los cálculos de estabilidad dinámica; nos centraremos exclusivamente en los cálculos de la estabilidad estática, en los que la única fuerza que interviene es la gravedad.

No obstante, y por las razones ya expuestas, deberemos tener siempre en cuenta:

- a) El centro de gravedad de máquina más la carga deberá estar lo más cerca posible de la base de estabilidad, es decir,

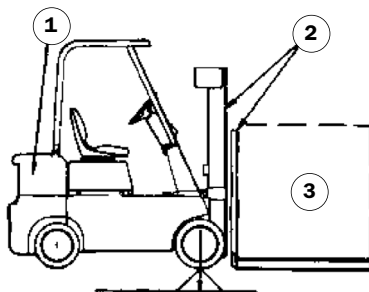


la carga cuando la carretilla está en movimiento deberá estar situada lo más abajo posible.

- b) Las aceleraciones, curvas y deceleraciones se harán con el máximo de atención, en especial cuando la carretilla está cargada.
- c) En las rampas o en zonas donde la carretilla se incline longitudinal o transversalmente se extremarán las precauciones.

### 1.1.1. Estabilidad longitudinal o frontal

Todas las carretillas obedecen la ley de la palanca. Las transpaletas, apiladores y algunos selectores de pedido llevan la potencia (carga) entre la resistencia y el punto de apoyo (eje delantero) entre la resistencia (contrapeso) y la potencia (carga). Las de carga lateral y retráctiles están en el primer caso cuando llevan el mástil retractado y en el segundo cuando tienen el mástil extendido.



Para el caso de las transpaletas, apiladores, etc., no existe ningún problema de cálculo de capacidad residual, puesto que cualquier modificación en los modelos estándares lleva consigo su propia modificación en cuanto a su capacidad de carga, por lo que estudiaremos solamente el caso de las carretillas de contrapeso. Antes de entrar en el cálculo de la capacidad residual por modificación del centro de gravedad de la carga veremos el significado de algunos términos.

#### 1.1.1.1. Capacidad nominal

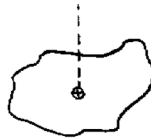
Es la máxima capacidad de carga que el fabricante ofrece para cada uno de sus modelos en su configuración estándar teniendo en cuenta los siguientes factores: coeficiente de seguridad, máximas prestaciones, resistencia mecánica y óptimo rendimiento.

### 1.1.1.2. Capacidad residual

Cualquier cambio que introduzcamos en la configuración estándar nos podrá modificar la capacidad de carga. Una vez efectuados los cálculos oportunos, la nueva capacidad de la carretilla se denominará *capacidad residual*; por lo tanto, todas las carretillas elevadoras tendrán siempre dos capacidades de carga: la **nominal**, que es siempre invariable y que es definida en fábrica según su construcción y la resistencia de su estructura, y la **residual**, que siempre será igual o menor que la nominal y que variará según la modificación que hayamos introducido sobre el modelo original.

### 1.1.1.3. Centro de gravedad o baricentro

Es un punto imaginario desde el que, si pudiéramos suspender un cuerpo, en cualquier posición que lo situáramos permanecería en equilibrio estable. El **baricentro** es el punto donde la fuerza de la gravedad actúa con mayor intensidad y a efectos de cálculo es como si todo el peso del cuerpo estuviera concentrado en ese punto. Su abreviatura es c. d. g.



### 1.1.1.4. Momento de vuelco

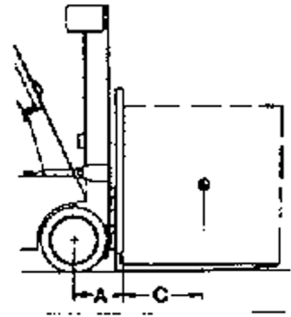
Cuando aplicamos una fuerza a un objeto al que podemos desplazar, el objeto tiende a girar sobre el punto que opone resistencia al movimiento. La fuerza de este giro depende del ángulo de aplicación de la fuerza y de su distancia al punto de resistencia. El producto de la fuerza en kilogramos por la distancia en centímetros, se denomina **momento** y se mide en cm x kg (centímetros/kilo).



**El momento de vuelco es el momento necesario para desestabilizar y volcar una carretilla elevadora.**

### 1.1.1.5. Distancia (X)

Una carretilla contrapesada es como una palanca que tiene el punto de apoyo o fulcro en el centro del eje delantero. Como la carga no puede situarse a continuación del fulcro, hay un espacio entre éste y el comienzo de la carga que se denomina distancia (A) o distancia (X). Es decir, es la longitud medida entre el centro del eje delantero y el talón de la horquilla. Esta distancia es fija para cada modelo.

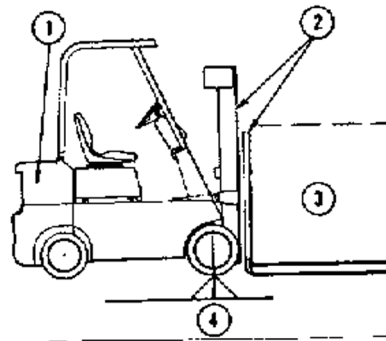


### 1.1.1.6. Momento nominal

El momento de vuelco nos indica la carga admisible para que el eje trasero se sitúe en equilibrio, es decir comience a levantar del suelo.

Una carretilla no podrá trabajar en estas condiciones. Para ello la fábrica suministra el momento nominal, que es el momento de vuelco, pero introduciendo una reducción como factor de seguridad.

Éste es el cálculo por el constructor teniendo en cuenta todos los aspectos estáticos y dinámicos que intervendrán en el normal uso de la máquina durante su vida útil.



### 1.1.1.7. Cálculo de la capacidad residual por desplazamiento del c. d. g.

Mediante los catálogos técnicos podemos conocer la distancia (X) o distancia desde el eje delantero al talón de la horquilla. También podemos conocer por los catálogos el momento nominal. Si no fuera así, lo calcularíamos de la siguiente forma:

$$\text{Momento Nominal} = \text{Capacidad de Carga} \times (\text{C. D. G. Carga} + \text{Distancia X})$$

Una vez conocido el momento nominal, dividiríamos éste por la suma de la distancia (X) y del nuevo centro de gravedad.

$$\text{Capacidad Residual} = \frac{\text{Momento Nominal}}{\text{Nuevo C. D. G.} + \text{Distancia (X)}}$$

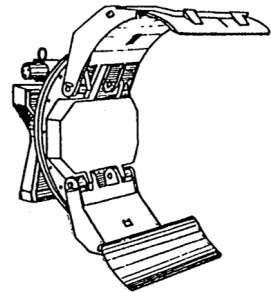
Si lo que necesitamos saber es hasta qué distancia podemos desplazar la carga, dividiremos el momento nominal por el peso y a este resultado le restaremos la distancia (X). Es decir:

$$\text{C. D. G.} = \frac{\text{Momento Nominal}}{\text{Peso}} - \text{Distancia (X)}$$

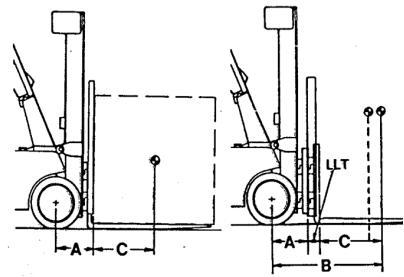
### 1.1.1.8. Cálculo de la capacidad residual por la colocación de un implemento mecánico o hidráulico

Cuando colocamos un implemento mecánico o hidráulico para manejar las cargas sustituyendo a las horquillas, también modificamos su capacidad residual. En primer lugar, el accesorio tiene una masa determinada, lo que ya le resta una parte de capacidad y, en segundo lugar, el implemento, al estar colocado en sustitución de las horquillas, nos aleja la unidad de carga del fulcro que constituye el eje delantero al considerar la carretilla como una palanca.

Este aumento de la distancia al eje delantero, como la masa del accesorio y su propio centro de gravedad, son datos que nos debe suministrar el fabricante del elemento mecánico o hidráulico.



Para hacer el cálculo se procede primero a averiguar el momento residual de la carretilla con implemento. Dicho momento se obtiene de restarle al momento nominal de la carretilla el momento del accesorio.



**Momento Accesorio** = Masa Accesorio x (C. D. G. Accesorio + Distancia X)

**Momento Residual** = Momento Carretilla – Momento Accesorio

Una vez determinado el momento residual de la carretilla más el implemento, procedemos como en el caso anterior para calcular la capacidad residual por desplazamiento del c. d. g. de la carga, siendo esta medida del desplazamiento facilitada por el fabricante.

Los datos que debe suministrar el constructor del implemento son:

- Masa del accesorio.
- C. d. g. del accesorio.
- Pérdida de c. d. g. de la carga.

El cálculo de la capacidad residual de la carretilla con implemento será:

$$\text{Capacidad Residual} = \frac{\text{Momento residual (Carretilla + Implemento)}}{\text{C. D. G. Carga + Pérdida C. D. G. Accesorio + Dist. (X)}}$$

### 1.1.1.9. Capacidad residual por altura de elevación

Todas las carretillas conservan su capacidad de carga nominal hasta una determinada altura, dependiendo esta altura del tipo de mástil y de otros factores, como la anchura de ejes, tipo de neumáticos, desplazamiento lateral, etc. Sobrepasada esta altura, ha de hacerse una reducción para elevar a máxima altura sin peligro de vuelco.

En todos los catálogos técnicos se especifica la reducción en la capacidad de carga por las alturas superiores a la estándar, así como las distintas características

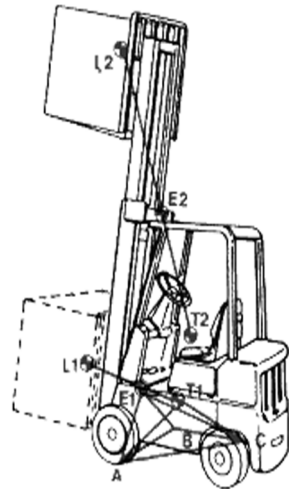


que deben reunir los equipos para conservar al máximo de capacidad sin disminuir el factor de seguridad. Estas características que pueden ayudar a disminuir la reducción de carga son: ruedas más sólidas, ejes anchos, reducción en el grado de inclinación del mástil, reducción de la carrera del desplazador lateral, mástil fijo con inclinación en las horquillas o en el tablero, baterías de más capacidad (eléctricas), etc.

#### **1.1.1.10. Pérdida de capacidad por altura y desplazamiento del centro de gravedad**

En general, las restricciones en la capacidad de carga por altura y por desplazamiento del centro de gravedad no se suman cuando ambos casos se dan dentro del mismo supuesto. No obstante, a determinadas alturas puede aumentar la restricción cuando hay alejamiento del c. d. g. de la carga.

En cualquier caso, cuando una altura es superior a la estándar hay que consultar con los catálogos o manuales del fabricante y en algún caso específico hay que hacer que dicha consulta directamente al departamento de ingeniería y cálculo del constructor.



## **1.2. MÁSTILES**

### **1.2.1. Cálculo de la altura de un mástil con horquillas**

Cuando calculamos la altura de un mástil para que una carretilla pueda efectuar un trabajo específico, debemos tener en cuenta determinados aspectos de la nave o almacén que nos ayudarán a seleccionar el más adecuado dentro de la gama que nos ofrece cada fabricante.

Primero vamos a conocer cada uno de los términos empleados al hablar de mástiles, postes, columnas o montantes, que son los nombres por los que también se les conoce.

#### **1. Altura de elevación.**

Es la altura a la que un mástil eleva las horquillas. Se mide desde el suelo hasta la cara superior de las mismas.

**2. Altura de replegado.**

Es la altura del mástil cuando éste se encuentra con las horquillas en el suelo. Se mide desde el suelo hasta el punto más sobresaliente en altura.

**3. Elevación libre.**

Es la altura recorrida por las horquillas sin modificar la altura del mástil replegado.

**4. Inclinación de mástil.**

Para dejar las cargas más fácilmente y transportarlas con mayor seguridad, los mástiles suelen llevar unos cilindros hidráulicos que inclinan hacia adelante y hacia atrás unos grados. En grandes alturas se suele modificar o incluso reducir o suprimir el ángulo de inclinación.

**5. Inclinación de horquillas.**

A partir de determinadas alturas algunos mástiles son fijos y no tienen ningún ángulo de inclinación. Sin embargo, las horquillas llevan unas levas que le proporcionan un determinado grado de inclinación que sustituye al del mástil proporcionando una mayor seguridad. Estas levas son accionadas hidráulicamente mediante la misma función hidráulica que acciona la inclinación suprimida.

**6. Inclinación del tablero portahorquillas.**

Es una variante de la anterior. Las horquillas permanecen solidarias al tablero y es éste el que efectúa la inclinación, las consecuencias prácticas son muy similares.

**7. Mástil simple o no telescópico.**

Es un mástil con un solo cuerpo por el que se desliza el tablero portahorquillas. La altura de replegado es mayor que la elevación y la elevación libre es total. Es un mástil muy poco empleado y se utiliza en algunos apiladores sencillos y en alguna carretilla de exteriores de uso muy específico.

**8. Mástil doble.**

Consta de dos cuerpos, uno de los cuales se desliza sobre otro y por el primero se desliza el tablero portahorquillas. Un pequeño desfase en estos movimientos proporciona una pequeña elevación libre. La altura de elevación es sensiblemente mayor que la de replegado. Son los mástiles más empleados hasta unas alturas de elevación de 4 a 5 metros.

### **9. Mástil de elevación libre.**

En determinados trabajos es necesario que el segundo cuerpo del mástil no sobresalga del primero cuando las horquillas están elevando la carga o incluso que su altura sea siempre inferior a la parte superior del tablero portahorquillas. En estos casos se emplea un mástil llamado de elevación libre en el que un desfase en la aplicación de los movimientos permite alcanzar cualquier altura sin que el cuerpo deslizante nos lo impida por tocar en el techo o en cualquier otro obstáculo. Son empleados para apilar en camiones, vagones de ferrocarril, contenedores o en naves con techos muy bajos u obstáculos que no permiten su total aprovechamiento en altura.

### **10. Mástil triple.**

A partir de una altura de 4,50 ó 5 metros, los componentes de los mástiles son excesivamente grandes, los replegados son muy altos y es necesario introducir otro cuerpo más. El tercer cuerpo se desliza sobre el segundo y éste a su vez sobre el primero. Se alcanza una gran altura de elevación y su replegado a su vez es corto por estar su totalidad dividida en tres tramos o secciones. En grandes alturas es prácticamente la única solución. En alturas medias y bajas se emplea cuando el paso por un determinado lugar está limitado en altura por un gálibo excesivamente bajo, como el paso de una puerta, la alimentación de una máquina o un tramo de conducción de aire o agua. En estas situaciones, si hubiera que apilar a gran altura tendríamos obligatoriamente que montar un mástil triple.

Son ejemplos de utilización de mástiles triples la mayoría de los almacenes de interior, alimentación, laboratorios, etc.

Los mástiles triples también se fabrican con elevación libre total o parcial según sea la necesidad para la que se han diseñado.

### **11. Mástil cuádruple.**

Para casos muy especiales se fabrican mástiles con cuatro cuerpos cuyas características son similares a los triples, pero en los que las medidas de alcance y replegado están aún más distantes; son mástiles excepcionales para casos excepcionales.

## **1.2.2. Cálculo de la altura de un mástil**

Para calcular el mástil que habremos de montar en una carretilla elevadora, primero tendremos que determinar a qué altura deberemos depositar la base de la última carga. A esta medida le añadiremos 100 mm, para salvar la paleta, y otros

100 mm, como mínimo, para pasar por encima de la anterior carga sin tocarla. En las carretillas retráctiles que trabajen con estanterías se deberá tener en cuenta que el primer nivel tendrá una altura mayor que el resto, altura que será igual a la de las patas de sustentación de la máquina, a no ser que la anchura de carga sea inferior a la distancia entre caras inferiores de las patas de sustentación.

Una vez establecida la altura de elevación, procederemos a determinar el gálibo mínimo, es decir, la menor altura de puerta u otro obstáculo por la que la máquina debe circular. En función de esta medida escogeremos mástil doble o triple.

Por último, veremos las condiciones de estiba o si puede tener problemas con obstáculos situados cerca de la altura máxima, como conducciones, tubos de iluminación, cerchas o los propios techos.

Si hubiera algún objeto que impidiera salir uno de los cuerpos durante la elevación, elegiríamos un mástil con elevación libre total o parcial, según el caso.

### **1. Cálculo de la altura de un mástil con implementos.**

Cuando se monta un accesorio en una carretilla, pierde capacidad de carga y adelanta el centro de gravedad de la misma. También, a veces, puede perder altura de elevación, es decir, necesitar un mástil de más altura del que necesitaría si la carga fuera manejada con horquillas. A esta altura perdida se le denomina pérdida de altura por el implemento, y es la altura que lleva recorrida el implemento cuando empieza a levantar la carga.

Como en el caso de manejo de cargas con horquillas, hay que dejar una tolerancia de 100 a 200 mm. Y para calcular esta altura tendremos que medir la distancia que hay entre la parte más baja del implemento y el suelo, cuando tenemos cogida la carga para iniciar su elevación, por ejemplo, en una pinza para bobinas la pérdida sería la semidiferencia entre la altura de la bobina y la anchura de las placas de apriete.

### **2. Cálculo de mástiles intermedios.**

En ocasiones es preciso el montaje de un mástil cuyas dimensiones no están contempladas en los catálogos técnicos o cuya fabricación simplemente no está prevista; en este último caso se coge un mástil de mayores dimensiones y se corta a la medida deseada.

Para calcular las nuevas medidas hay que tener en cuenta que la relación entre el aumento o disminución del replegado y el aumento o disminución del replegado y el aumento o disminución de la altura de elevación es de 1:2 en un mástil doble y de un 1:3 en un mástil triple.

Esto significa que, si tenemos un mástil doble de 4.000 mm y necesitamos uno de 4.400 mm, es decir 400 mm más de elevación, el nuevo replegado tendría 200 mm más que el antiguo.

Si el mástil fuera triple, el replegado tendría 133 mm más, es decir la tercera parte de aumento que la altura de elevación.

Estos cálculos pueden tener alguna variación debido a las características de construcción de algunos mástiles, pero sirven para determinar las medidas intermedias con bastante aproximación.

## **1.3. PASILLOS**

### **1.3.1. Cálculo de pasillos de estiba**

#### **1. Pasillo de estiba a 90°.**

Las carretillas elevadoras de carga frontal que no poseen dispositivo para girar la carga dentro de los pasillos de estiba necesitan hacer el giro dentro de este pasillo para coger y dejar la paleta. Cada tipo de máquina necesita una anchura mínima de pasillo para realizarlo.

Para calcular el giro a 90°, hay que calcular primero el radio exterior de giro. Éste depende fundamentalmente de la geometría de la dirección, es decir, de cómo se ha combinado la tracción con la dirección para conseguir un radio más corto.

Hay dos sistemas o dos formas distintas de efectuar los giros: los que su menor radio exterior de giro lo efectúan fuera del límite del eje delantero y los que lo efectúan alrededor de un punto situado dentro de los límites del eje delantero.

#### **2. Radio de giro sobre un punto situado fuera de la máquina.**

Cuando un vehículo se desliza sobre ruedas y efectúa un cambio de dirección, siempre se verifica que:

- a) Todas las partes del vehículo giran alrededor de un solo punto, describiendo alrededor de él circunferencias concéntricas.
- b) Este punto de giro está situado en la intersección de la prolongación de los ejes perpendiculares a los planos de rodadura de todas y cada una de las ruedas.
- c) El recorrido de cada uno de los vehículos es proporcional a su radio.

Cuando el vehículo, en este caso una carretilla elevadora, no tiene un dispositivo que le permita invertir el sentido de una de sus ruedas delanteras, el mínimo radio de giro exterior se obtendrá midiendo la distancia del punto de giro hasta la parte más alejada de la máquina. El citado punto donde gira la carretilla siempre estará en la parte exterior del eje delantero y como límite puede estar situado en el centro de su rueda delantera interior, la cual girará, en este caso, sobre sí misma. Éste es el caso de todas las carretillas frontales, contrapesadas y de cuatro ruedas. Sin embargo, algunas máquinas necesitan reducir aún más su pasillo de estiba o, lo que es igual, su radio de giro.

### 3. Radio de giro sobre un punto situado dentro de la máquina.

Al situar el punto de giro sobre el eje delantero, la rueda interior girará en sentido contrario a la exterior y el recorrido de ambas será proporcional a su distancia al citado punto. Por lo tanto, cuando la dirección gira entre sesenta y noventa grados las diferencias de velocidad y sentido entre ambas ruedas delanteras son constantes. Para resolver este problema se recurre principalmente a dos soluciones:

#### a) Tracción delantera.

Se utiliza un motor en cada rueda delantera con un sistema que suministra a cada uno de los motores la corriente necesaria para efectuar el giro conveniente. La correcta distribución de corriente a ambos motores es efectuada por la rueda de dirección mediante dos sistemas; en uno de ellos **una leva situada en el eje de la rueda directriz** acciona varios microinterruptores y en el otro la posición del eje mencionado acciona un **variador electrónico**. El primer sistema es muy rudimentario y, además de ser muy brusco, el cambio de marchas permanece durante mucho tiempo arrastrando una de las dos ruedas delanteras. El segundo sistema es muy complejo, caro y exige frecuentes ajustes. Como es obvio, sólo puede montarse en máquinas eléctricas contrapesadas.

#### b) Tracción trasera.

Cuando la tracción es trasera, el problema se simplifica notablemente, ya que las ruedas delanteras giran libremente mientras que la trasera o traseras lo hacen siempre en el mismo sentido y velocidad. Este sistema es usado en traspaletas, apiladores, contrapesadas eléctricas de tres ruedas, retráctiles de tres y cuatro ruedas, algunos selectores de pedidos, trilaterales, etc.

Una vez definido el radio de giro de una carretilla, para conocer el pasillo de estiba a 90° procederemos de la siguiente forma:

- Cuando el giro es efectuado sobre **un punto fuera de la carretilla** se suman:
  - Radio exterior de giro.
  - Distancia (x).
  - Longitud del palet.
  - Tolerancia (200 mm).
- Cuando el giro se efectúa sobre un **punto interior a la carretilla** se suman.
- Cuando la carretilla **no gira dentro del pasillo** y lo hace **el cabezal porta-horquillas**, el ancho viene determinado por el ancho de la máquina o el giro del cabezal, si lo efectúa dentro del pasillo. En cualquier caso los pasillos de estas máquinas vienen determinados por el constructor y los datos los suministra la fábrica.
- **Selectores de pedido.** El pasillo de estiba es el ancho de la carretilla más las tolerancias que se determinan según lleven guías o no.
- **Carretilla de carga lateral.** El pasillo de estiba es el ancho de cabina, más el ancho de la plataforma, más 200 mm de tolerancia.  
Los pasillos calculados son los **pasillos teóricos incluyendo 200 mm** de tolerancia. Algunos fabricantes lo sustituyen en sus especificaciones por el pasillo de estiba práctico, hecho en base al mínimo teórico, pero modificado según una serie de pruebas prácticas, por no reunir suficientes condiciones de objetividad ni haber un sistema normalizado que garantice la igualdad de criterios. Es conveniente a la hora de comparar distintas marcas y modelos referirnos siempre al mínimo teórico sin incluir tolerancia, procediéndose de la forma que más arriba hemos descrito.

#### 4. Pasillos de intersección.

Para cambiar de un pasillo a otro dentro de un almacén es necesario dejar un espacio de forma que pueda haber libre acceso entre todos ellos. En almacenes con pasillos cortos, dichos accesos suelen estar al final o al principio, pero si los pasillos son muy largos se sitúan nuevos accesos en la zona central, de tal forma que los ciclos de trabajo no tengan un recorrido excesivo en detrimento de la rápida rotación de los productos almacenados.

Para calcular los pasillos de intersección deberemos tener en cuenta las características de cada máquina.

##### a) Carretillas con centro de giro fuera del eje delantero.

El pasillo de intersección mínimo teórico será igual al radio de giro exterior de máquina con carga menos radio interior de giro. También de máquina con carga.

**b) Carretillas con centro de giro dentro del eje delantero.**

El pasillo de intersección teórico será igual a la mitad del ancho total de máquina con carga más el radio de giro trasero; no obstante, si el pasillo de intersección no está situado en un extremo, el ancho de éste será igual al ancho total de la máquina con carga.

**c) Carretillas trilaterales y selectores de pedidos.**

La dimensión necesaria será el doble de su radio trasero de giro.

Estos cálculos de pasillos de intersección se entienden teóricos; en la práctica pueden ser modificados para darles mayor rapidez a la maniobra. La dimensión que debemos añadir a cada uno de los casos depende de cada uno de los modelos y de las características de visibilidad, puesto de conducción, tipo de mástil y accesorio, timón o volante, situación de mandos, palancas y pedales, etc.

## 1.4. CÁLCULOS

### 1.4.1. Cálculo de altura de un selector de pedidos

Cuando hablamos de una carretilla elevadora cualquiera, la altura más importante es la de elevación de las horquillas. En un selector o preparador de pedidos tenemos otra más importante aún: la altura de alcance del operador.

Como definición, la altura de alcance del operador o simplemente altura de alcance es la altura a la que la vista del operador está situada con respecto al suelo cuando el mástil está en su mayor elevación.

Esta medida es igual a la altura alcanzada por la plataforma donde va situado el operador más 1.500 mm, que es la dimensión que se toma como medida de la altura de la vista al suelo para un operador de tipo medio.

En los **selectores de pedidos** tenemos unos parámetros distintos que en el resto de las carretillas, donde la altura de elevación es la dimensión que nos condiciona la selección del mástil, combinada con la del replegado. Estos nuevos parámetros son:

#### 1. Altura del alcance del operador.

Ya la hemos definido anteriormente y es igual a la altura de elevación del mástil, más la altura de la plataforma del operador, más 1.500 mm. Para definir en un almacén cuál es la altura de alcance que necesitamos, tendremos que