

**DOCUMENTO**  
**RECORRIDO Y MANIPULACION DE LOS MATERIALES**

**Este documento es una copia fiel del libro**

**INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO**

**Capitulo**

**RECORRIDO Y MANIPULACION DE LOS MATERIALES**

**Autores**

**ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO**  
**OIT**

**La intención del presente documento es colaborar en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Industrial; siendo su fin netamente académico; y respetando los derechos de autor vigentes.**

# Recorrido y manipulación de los materiales

## 1. Disposición de la fábrica

Cuando se efectúa un estudio de métodos, invariablemente llega un momento en que conviene proceder a un examen crítico de la trayectoria que siguen los operarios y los materiales a través de la fábrica o zona de trabajo y observar la disposición de la fábrica. Son muchas las fábricas, en efecto, donde se nota la mala concepción de la disposición inicial o donde a medida que la empresa se ampliaba o cambiaba algunos de sus productos o procesos de fabricación se fueron añadiendo máquinas, equipo u oficinas en los espacios libres. En otras quizá se hayan hecho cambios pasajeros para superar una situación de emergencia, por ejemplo, el repentino aumento de la demanda de determinado producto, pero después los cambios fueron perdurando para siempre, aunque ya había desaparecido la situación que los había provocado. El resultado práctico es que el material y los trabajadores siguen con frecuencia una larga y complicada trayectoria durante el proceso de elaboración, con la consiguiente pérdida de tiempo y energía y sin que se agregue nada al valor del producto. Por lo tanto, mejorar la disposición de la fábrica es una de las funciones del especialista en estudio del trabajo.

*Determinar la posición de una fábrica existente o en proyecto, es colocar las máquinas y demás equipos de la manera que permita a los materiales avanzar con mayor facilidad al costo más bajo y con el mínimo de manipulación, desde que se reciben las materias primas hasta que se despachan los productos acabados.<sup>1</sup>*

## 2. Breve comentario sobre la disposición de la fábrica

Existen cuatro sistemas principales de disposición, si bien en la práctica pueden encontrarse en algunas empresas combinaciones de dos o más sistemas. Estos sistemas, ilustrados en la figura 29, son:

1. *Disposición con componente principal fijo*, en que el material que se debe elaborar no se desplaza en la fábrica, sino que permanece en un solo lugar, y por lo tanto toda la maquinaria y demás equipo necesarios se llevan hacia él. Se emplea cuando el producto es voluminoso y pesado, y sólo se producen pocas unidades al mismo tiempo. Ejemplos típicos de este sistema son la construcción de buques, la fabricación de motores Diesel o motores de grandes dimensiones y la construcción de aviones.
2. *Disposición por proceso o función*, en que todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas. En la industria de la confección, por ejemplo, el corte del tejido se hace en una zona, el cosido o pespunte en otra, el acabado en una tercera y así sucesivamente. Este sistema de disposición se utiliza generalmente cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se produce un volumen relativamente pequeño de cada producto. Por ejemplo, fábricas de hilados y tejidos, talleres de mantenimiento e industrias de confección.
3. *Disposición por producto o en línea*, vulgarmente denominada «producción en cadena». En este caso, toda la maquinaria y equipo necesarios para fabricar determinado producto se agrupan en una misma zona y se ordenan de acuerdo con el proceso de fabricación. Se emplea principalmente en los casos en que existe una elevada demanda de uno o varios productos más o menos normalizados. Ejemplos típicos son el embotellado de gaseosas, el montaje de automóviles y el enlatado de conservas.

---

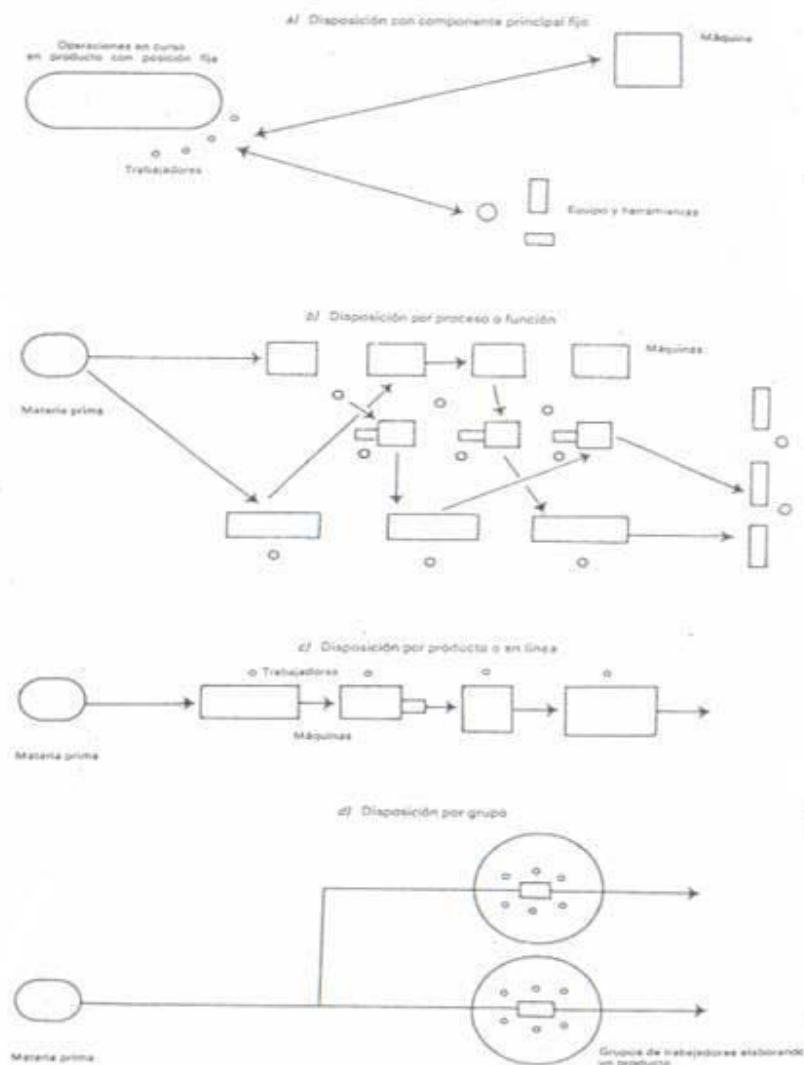
<sup>1</sup> Adaptado de una definición dada por R. W. Mallick y A. T. Gaudreau en *Plant layout and practice* (Nueva York, John Wiley, 1966).

4. *Disposición por grupo* o que posibilita la aplicación de métodos de producción por grupos. Recientemente, en un esfuerzo para aumentar la satisfacción en el trabajo, varias empresas han distribuido sus operaciones de un nuevo modo: el equipo de operarios trabaja en un mismo producto y tiene a su alcance todas las máquinas y accesorios necesarios para completar su trabajo. En dichos casos los operarios se distribuyen el trabajo entre sí, normalmente intercambiándose las tareas.

Una vez conocidos estos sistemas de disposición, se puede pasar a analizar el recorrido de los materiales en la fábrica. En algunas situaciones puede modificarse rápidamente el rendimiento cambiando el sistema de disposición. ASÍ ES, En particular, cuando se transforma la disposición por función en disposición en línea para uno o más productos cuya producción ha aumentado considerablemente.

En la mayoría de los casos, sin embargo, antes de decidir cambiar la disposición es necesario efectuar un cuidadoso análisis del recorrido de los materiales, dado que, por lo general, tal cambio resulta costoso y la dirección no lo aprobará a menos que esté convencida de que efectivamente reportará economías.

Figura 29. Tipos de disposición



### 3. Idear la mejor disposición posible

Al idear la disposición de una fábrica o zona de trabajo deben adoptarse las siguientes medidas:

- 1- Determinar el equipo y maquinaria necesarios para la fabricación en función del tipo de producto o productos.
2. Fijar el número de unidades de cada maquina y tipo de equipo necesarias para fabricar cada producto en función del volumen de ventas (basado en previsiones de ventas).
3. Determinar el espacio necesario para la maquinaria calculando las dimensiones de cada maquina y multiplicándolas por el número de máquinas requeridas.
4. Prever espacio para almacenes (tanto para materias primas como para productos acabados),, productos en curso de fabricación y equipo para la manipulación de materiales.
5. Prever también espacio adicional para servicios auxiliares (cuartos de aseo, vestuarios, oficinas, cantina, etc.).
6. Calcular el espacio total requerido para la fábrica sumando el espacio necesario para maquinaria y equipo y el espacio necesario para almacenamiento y servicios auxiliares.
7. Distribuir los diferentes departamentos con sus respectivas zonas de trabajo de modo que el recorrido del trabajo sea el más económico posible.
8. Establecer el plano del edificio teniendo en cuenta sobre todo la ubicación de las zonas de trabajo, áreas de almacenamiento y servicios auxiliares.
9. Determinar el tamaño y disposición del terreno exterior a la fábrica, atribuyendo. espacio suplementario para aparcamiento, recepción, expedición y zonas verdes.

Sin embargo, al especialista en estudio del trabajo rara vez le corresponde preparar el plano completo de la fábrica, empezando por las medidas básicas recién indicadas. Ese trabajo incumbe más bien al ingeniero industrial] o al especialista en dirección de la producción. Es más común que el especialista en estudio del trabajo tenga que modificar la disposición existente. En este caso, el principal problema consiste en determinar el mejor recorrido posible del trabajo, para lo que resultan de utilidad varios diagramas (véase figura 30)<sup>2</sup>. El diagrama que se emplee variará según se estudie el recorrido de un producto o proceso o el de varios productos o procesos ejecutados simultáneamente.

## TRAZAR EL RECORRIDO DE UN PRODUCTO O PROCESO

Para establecer el recorrido de un solo producto o proceso se acostumbra, utilizar el cursograma analítico descrito en el capítulo anterior, completándolo con un diagrama de recorrido. El cursograma analítico resulta de utilidad para registrar las distancias recorridas y el tiempo de cada operación; sirve de instrumento analítico para examinar con espíritu crítico el método existente. El diagrama de recorrido, en cambio, viene a ser un plano de la fábrica o zona de trabajo, hecho más o menos a escala, que muestra la posición correcta de las máquinas y puestos de trabajo. A partir de las observaciones hechas *in situ* se trazan los movimientos del producto o de sus componentes, utilizando en ciertos casos los símbolos de los cursogramas para indicar las actividades que se efectúan en los diversos puntos. En un caso bastó una ojeada a un diagrama de recorrido muy sencillo, en el que se representaban los movimientos del material requerido para montar y soldar patas a los armazones de los asientos de autobús, para ver que había demasiadas idas y venidas del material entre los lugares de trabajo. En este caso particular, el especialista en estudio de trabajo, después

---

<sup>2</sup> Para mayores detalles sobre la disposición de las fabricas pueden consultarse Richard Muther.: *Distribución en planta* (Barcelona, Editorial Hispano Europea, 1965), y H. B. Maynard (director de la edición) *Industrial engineering handbook* (Nueva York y Londres. McGraw-Hill, tercera edición 1971).

de examinar los correspondientes diagramas de recorrido y cursogramas, logró reducir el recorrido de 575 a 194 mts.

El diagrama de recorrido también puede emplearse para estudiar los movimientos entre varios pisos de un mismo edificio, como puede verse por el ejemplo de la figura 30. Evidentemente, se pueden establecer así mismo diagramas de recorrido corrientes para cada piso.

#### EJEMPLO DE UTILIZACION DE UN DIAGRAMA DE RECORRIDO CON UN CURSOGRAMA ANALITICO: RECEPCION E INSPECCION DE PIEZAS DE AVION<sup>3</sup>

El diagrama de recorrido de la figura 31 muestra la disposición original del departamento de recepción de materiales en una fábrica de aviones. La línea gruesa muestra el camino seguido por las mercancías desde el lugar de recepción hasta los depósitos. Obsérvese que se colocaron donde corresponde los símbolos de las diversas actividades (véase capítulo 8), lo que permite apreciar fácilmente las operaciones de que son objeto los materiales.

---

<sup>3</sup> Con una ligera adaptación, este ejemplo procede de *Simplification du travail*. versión francesa de un manual de la North American Aviation Company inc., Texas División (Paris, Editions Hommes et Techniques, segunda edición. 1950).

Figura 30. Ejemplos de diversos tipos de recorrido entre estaciones de trabajo, incluyendo edificios de varios pisos.

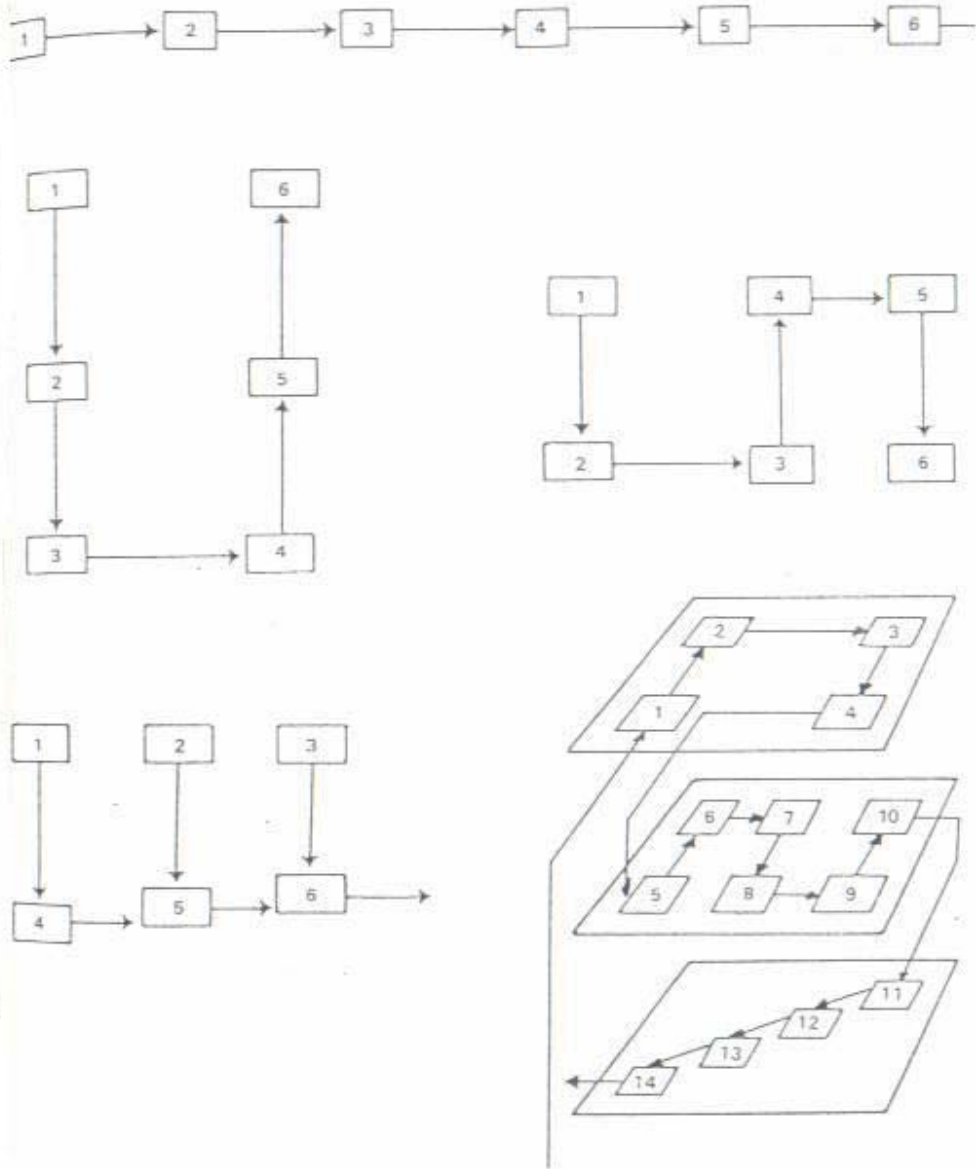
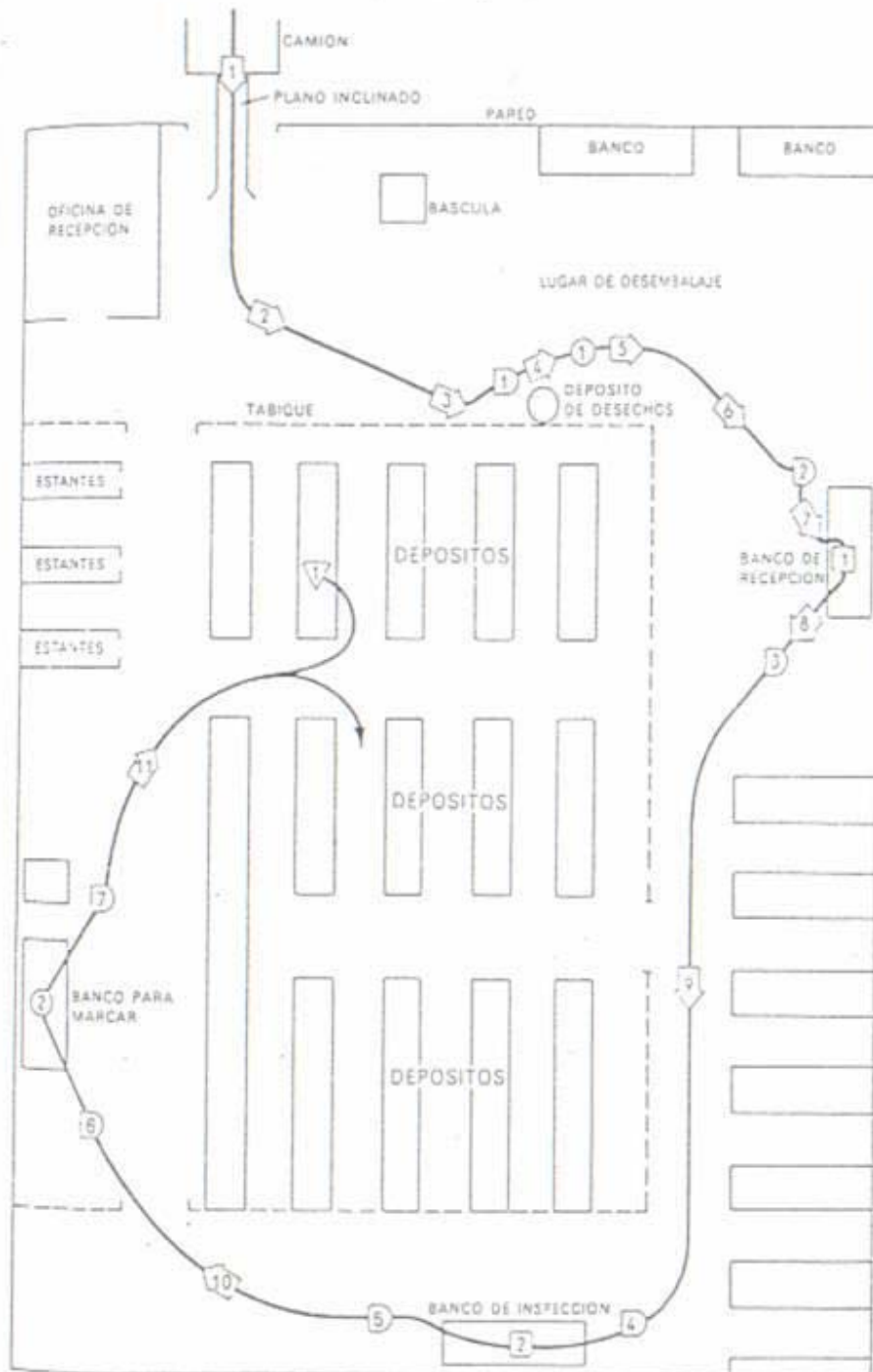


Figura 31. Diagrama de recorrido: recepción, inspección y numeración de piezas (método original)



- **REGISTRAR**

La sucesión de actividades es la siguiente: se descargan del camión los cajones que contienen piezas de avión, que vienen empaquetadas por separado en cajas de cartón, y se comprueban, inspeccionan y marcan antes de almacenarlas. Los cajones se deslizan fuera del camión por un plano inclinado y después por un transportador de rodillos hasta el lugar de «desembalaje», donde se colocan en pilas hasta que se abren. Cuando se sacan de la pila y se abren, se recoge la nota de entrega que hay dentro de cada uno, y se cargan uno tras otro en una carretilla de mano para llevarlos hasta el banco de recepción, a cuyo lado se colocan en el suelo. Después se desempaquetan, se saca cada pieza de la caja de cartón y se comprueba con la nota de entrega; seguidamente se vuelven a colocar en las cajas y éstas en los cajones, que son trasladados hasta el otro extremo del banco, para ser llevados después al banco de inspección. Ahí se colocan nuevamente en tierra hasta que lleguen los inspectores. Se desempaquetan otra vez las piezas, se inspeccionan, se miden y se vuelven a colocar como antes. Tras una corta espera, se llevan los cajones hasta el banco de marcar. Se desempaquetan y se numeran las piezas para volver a colocarlas en las cajas y en los cajones, que, después de otra espera, son llevados en carretilla de mano al almacén, donde se almacenan en orden hasta que las pida el taller de montaje. El proceso completo se registró en un cursograma analítico (figura 32).

- **EXAMINAR con espíritu crítico**

El diagrama de recorrido muestra inmediatamente que las cajas dan una vuelta demasiado larga para llegar a los depósitos, lo que no se hubiera visto mirando solamente el cursograma. Este, en cambio, permite registrar y resumir los hechos de un modo que sería prácticamente imposible con el otro diagrama.

En cuanto se hace el examen crítico de los dos diagramas juntos, aplicando la técnica del interrogatorio, saltan a la vista aspectos que requieren explicación:

P -por qué apilar las cajas si diez minutos más tarde hay que quitarlas de la pila para abrirlas?

R. Porque la descarga del camión es más rápida que el control y traslado de los cajones.

P. ¿Que otra cosa podría hacerse?

R. Acelerar el control y traslado.

P. ¿Por qué están tan separados los lugares para recibir, inspeccionar y marcar la mercancía?

R. Porque así se colocaron en un principio.

P. ¿En qué otra parte podrían estar?

R. Todos juntos.

P. ¿Dónde deberían estar?

R. Juntos en el actual lugar de recepción.

P. ¿Por qué tienen que recorrer los cajones todo el local para llegar al almacén?

R. Porque la puerta del almacén está situada al extremo opuesto de donde se recibe la mercancía.

A cualquier persona que examine atentamente los dos diagramas se le ocurrirán sin duda muchas preguntas más, pues son muchas las cosas que se podrían mejorar. He ahí un ejemplo de lo que sucede en la vida real cuando se inicia una serie de actividades sin la planificación debida. Pueden hallarse ejemplos equivalentes de pérdida de tiempo y energía en fábricas de todo el mundo.

- **IDEAR el método perfeccionado**

En las figuras 33 y 34 puede verse cómo resolvieron los especialistas en estudio del trabajo el problema de esta fábrica. Es evidente que entre las preguntas que hicieron figuraban las que apuntamos, puesto que, como puede verse, las cajas se deslizan ahora desde el camión por un plano inclinado y se colocan directamente en un carro de mano. Luego pasan al lugar destinado al «desembalaje», donde se abren y alguien saca la nota de entrega sin sacar las cajas de la carretilla. Seguidamente van al banco de recepción, donde, tras una corta espera, son desempaquetadas y después colocadas en el banco para hacer el recuento y cotejo con la nota de entrega. Los bancos para inspeccionar y numerar están colocados ahora al

lado del banco de recepción, de modo que las piezas se puedan pasar de mano en mano para su inspección, medición y numeración. Finalmente, se vuelven a colocar en sus cajas, y éstas en los cajones, que no han salido de la carretilla.

Es evidente que los investigadores plantearon la misma pregunta que nosotros: «¿Por qué tienen que recorrer los cajones todo el local para llegar al almacén?» Al no recibir una respuesta satisfactoria, decidieron hacer abrir otra puerta en la pared del almacén, frente a los bancos, para dar entrada a las cajas por el camino más corto.

Como puede verse por el resumen que figura en el cursograma analítico (figura 34), las «inspecciones» se redujeron de dos a una, los «transportes» de once a seis y las «esperas» (o «depósitos provisionales») de siete a dos. La distancia del recorrido quedó reducida de 56,2 a 32,2 metros.

La cantidad de horas-hombre se obtuvo multiplicando el tiempo invertido en cada actividad por el número de obreros que intervinieron en ella; por ejemplo «Acarreado hasta banco de recepción» = 5 minutos x 2 peones = 10 minuto-hombre. No se contaron las esperas porque se debían a que los operarios estaba haciendo otro trabajo. En el método perfeccionado se considera que el inspector y el peón del almacén trabajan simultáneamente, uno en la inspección y el otro en numeración, de modo que los 20 minutos se convierten en 40 minutos-hombre. El costo de la mano de obra se calcula como promedio a razón de 5,20 dólares por hora para todos los trabajos. No se contó el costo de la nueva puerta, porque se distribuiría entre, muchos productos más.



Figura 33. Diagrama de recorrido: recepción, inspección y numeración de piezas (método perfeccionado)

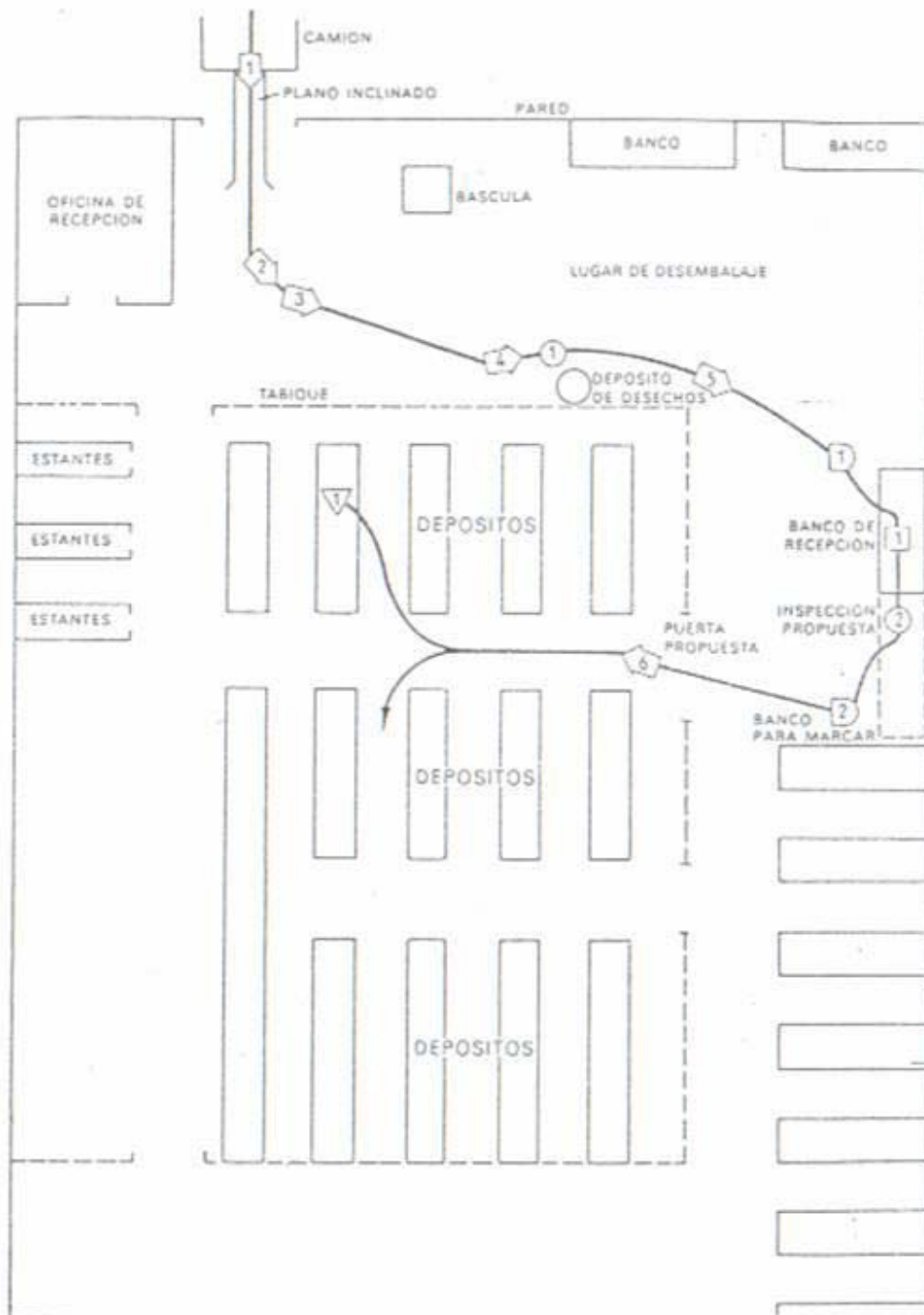


Figura 34. Cursograma analítico: recepción, inspección y numeración de piezas (método perfeccionado)

| CURSOGRAMA ANALITICO   |                              | OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO   |                      |               |          |   |   |   |                  |
|--|------------------------------|----------------------------|----------------------|---------------|----------|---|---|---|------------------|
| DIAGRAMA num. 4  |                              | HOJA num. 1                |                      | R E S U M E N |          |   |   |   |                  |
| Objeto:<br>Cajón de piezas BX 487<br>(10 por cajón, en cajas de cartón)                          |                              | ACTIVIDAD                  | ACTUAL               | PROPUESTA     | ECONOMIA |   |   |   |                  |
| ACTIVIDAD: Recibir, comprobar, inspeccionar y numerar piezas, almacenarlas con los cajones       |                              | OPERACION                  | 2                    | 2             | —        |   |   |   |                  |
| MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO   |                              | TRANSPORTE                 | 11                   | 5             | 5        |   |   |   |                  |
| LUGAR: Departamento de recepción   |                              | ESPERA                     | 2                    | 2             | 5        |   |   |   |                  |
| OPERARIO(S): FICHA num.<br>Véase columna de observaciones  |                              | INSPECCION                 | 2                    | 1             | 1        |   |   |   |                  |
| COMPUESTO POR: FECHA:  |                              | ALMACENAMIENTO             | 1                    | 1             | —        |   |   |   |                  |
| APROBADO POR: FECHA:   |                              | DISTANCIA (metros)         | 56.2                 | 32.2          | 24       |   |   |   |                  |
|  |                              | TIEMPO (horas-hombre)      | 1.96                 | 1.16          | 0.80     |   |   |   |                  |
|  |                              | COSTO por cajón            | 110.19               | 16.03         | 14.16    |   |   |   |                  |
|  |                              | MANO DE OBRA               | —                    | —             | —        |   |   |   |                  |
|  |                              | MATERIAL                   | —                    | —             | —        |   |   |   |                  |
|  |                              | TOTAL                      | 310.19               | 16.03         | 14.16    |   |   |   |                  |
| DESCRIPCION  | CAN-<br>TI-<br>DAD<br>/ caja | DIS-<br>TAN-<br>CIA<br>(m) | TIEM-<br>PO<br>(min) | SIMBOLO       |          |   |   |   | OBSERVACIONES    |
|  |                              |                            |                      | ○             | ◐        | ◑ | ◒ | ▽ |                  |
| Sacado de camión, colocado en plano inclinado  | 12                           | 12                         | 5                    | •             |          |   |   |   | 2 peones         |
| Desahogado por plano inclinado   | 6                            | 6                          | 5                    | •             |          |   |   |   | 2 *              |
| Colocado en carretilla   | 11                           | 11                         | 5                    | •             |          |   |   |   | 2 *              |
| Acarreado hasta lugar de desahogado  | 6                            | 6                          | 5                    | •             |          |   |   |   | 1 peon           |
| Desahogado   | —                            | —                          | 5                    | •             |          |   |   |   | 1 *              |
| Acarreado hasta banco de recepción   | 9                            | 9                          | 5                    | •             |          |   |   |   | 1 *              |
| Espera hasta descarga  | —                            | —                          | 5                    | •             |          |   |   |   |                  |
| Cajas cartón extraídas y abiertas, piezas colocadas sobre banco, contadas y colocadas con diseño | —                            | —                          | 20                   | •             |          |   |   |   | Inspector        |
| Piezas numeradas y colocadas de nuevo en cajón   | —                            | —                          | 5                    | •             |          |   |   |   | Peon de atención |
| Espera del carretilero   | —                            | —                          | 5                    | •             |          |   |   |   |                  |
| Cajón llevado al lugar de distribución   | 9                            | 9                          | 5                    | •             |          |   |   |   | 1 peon           |
| Puesto en depósito   | —                            | —                          | —                    | •             |          |   |   |   |                  |
| TOTAL ...  |                              | 32.2                       | 55                   | 2             | 6        | 2 | 1 | 1 |                  |

**TRAZAR EL RECORRIDO DE VARIOS PRODUCTOS O PROCESOS**

Cuando se fabrican varios productos o se ejecutan varios procesos simultáneamente, para determinar el emplazamiento ideal de la maquinaria o de las operaciones se utiliza otro tipo de diagrama, denominado tabla cuadriculada.

Como se observa en la figura 35, la tabla cuadriculada se establece indicando, tanto en las columnas horizontales como verticales de la tabla, todas las operaciones (o máquinas) por las que pasan los diferentes productos en las diversas fases de producción. El ejemplo de la figura 35 ilustra el empleo de la tabla cuadriculada es una empresa que fabrica productos metálicos decorados. En este caso, la empresa fabrica 70 productos, cada uno de los cuales pasa por algunas de las operaciones indicadas.

Para llenar esta tabla se toma un producto a la vez y se registra la secuencia de operaciones en las casillas correspondientes. Si un producto se traslada de «estampar» a «normalizar», se marca un trazo en la intersección entre las columnas «estampar» y «normalizar». Si a continuación se traslada de «normalizar» a «chapar», se marca otro trazo en su correspondiente casilla, y así sucesivamente hasta que se haya registrado toda la secuencia de operaciones de dicho producto. Luego se repite el mismo procedimiento para cada uno de los 69 productos restantes.

La figura 35 muestra la tabla cuadriculada una vez completada.

Figura 35. Trazado del recorrido para varios productos utilizando la tabla cuadriculada

| Desde \ Hasta     | Estampar | Normalizar | Mecanizar | Desbarbar | Pintar | Chapar | Revestir | Pulir | Envolver | Embalar y expedir | Total |
|-------------------|----------|------------|-----------|-----------|--------|--------|----------|-------|----------|-------------------|-------|
| Estampar          |          | 14         | 8         | 8         | 14     |        |          |       | 1        | 27                | 70    |
| Normalizar        |          |            |           |           | 17     | 1      |          |       |          |                   | 18    |
| Mecanizar         |          |            |           | 3         | 2      | 2      |          |       |          | 1                 | 8     |
| Desbarbar         |          | 4          |           |           |        |        |          | 1     | 3        | 2                 | 10    |
| Pintar            |          |            |           | 1         | 11     | 19     |          | 13    | 2        |                   | 46    |
| Chapar            |          |            |           |           |        |        | 22       |       |          |                   | 22    |
| Revestir          |          |            |           |           |        |        |          | 22    |          |                   | 22    |
| Pulir             |          |            |           |           | 2      |        |          |       | 33       | 1                 | 36    |
| Envolver          |          |            |           |           |        |        |          |       |          | 39                | 39    |
| Embalar y expedir |          |            |           |           |        |        |          |       |          |                   | 0     |
| Total             | 0        | 18         | 8         | 10        | 46     | 22     | 22       | 36    | 39       | 70                |       |

Fuente: Richard Muther: «Plant layout», en R. S. Maynard (director de la edición): Industrial engineering handbook (Nueva York y Londres: McGraw-Hill, tercera edición, 1971); reproducido con la autorización de McGraw-Hill Book Company.

A continuación hay que decidir qué operaciones deben colocarse en posiciones adyacentes. De la tabla resulta evidente que 27 de los 70 productos (o sea, 39 por ciento) van directamente de «estampar» a «embalar y expedir». Por consiguiente, estas dos operaciones deben colocarse una junto a la otra. Asimismo, los 22 productos que se chaparon se trasladaron de «chapar» a «revestir» y de «revestir» a «pulir», de modo que estas tres operaciones deben ser consecutivas. Aplicando el mismo razonamiento puede establecerse la secuencia de operaciones preferida.

Una variante de esta técnica consiste en llenar la tabla cuadriculada tomando una muestra de los productos que se fabrican en mayores cantidades. Si la empresa fabrica más de 100 productos diferentes, quizá sea engorroso seguir el método indicado. Sin embargo, realizando un pequeño estudio tal vez se

descubra que, por ejemplo, hay 15 o 20 productos que posiblemente representen el 80 por ciento del volumen de producción. A continuación se anota en la tabla cuadrículada la secuencia de operaciones de dichos productos y se determina el recorrido siguiendo el procedimiento descrito.

#### VISUALIZAR LA DISPOSICION

Una vez determinadas las dimensiones y la posición relativa de la maquinaria, áreas de almacenamiento y servicios auxiliares, es preferible empezar por una representación visual de la disposición proyectada, en vez de pasar inmediatamente a la reorganización efectiva del lugar de trabajo, que puede ser muy costosa. Una de las maneras de hacerlo es de utilizar "plantillas" o trozos de cartón cortados a escala. Pueden emplearse cartones de diferentes colores para los diversos tipos de equipo, máquinas, estanterías de almacenamiento, bancos, aparatos de transporte, etc. Al colocar las plantillas es necesario comprobar si se dejan pasillos suficientemente anchos para que puedan transitar sin dificultad los artefactos de manipulación de materiales y los productos en curso de fabricación.

Los modelos a escala reducida también pueden utilizarse para la visualización tridimensional de la disposición. En el comercio se obtienen modelos de los tipos de máquinas y equipo más conocidos, que resultan particularmente útiles para fines pedagógicos.

#### 4. Manipulación de materiales

Durante el proceso de elaboración de un producto, a menudo se invierte muchísimo tiempo y energía en trasladar el material de un lugar a otro. La manipulación eleva el costo de fabricación, pero no aumenta el valor del producto. Por lo tanto, lo ideal es que no haya manipulación en absoluto, pero por desgracia no es posible. Un objetivo más realista es transportar el material con los métodos y equipos más apropiados y menos costosos, teniendo debidamente en cuenta el factor seguridad. Este objetivo puede lograrse:

- eliminando o reduciendo la manipulación;
- mejorando la eficiencia de la manipulación;
- seleccionando el equipo de manipulación más adecuado.

#### ELIMINAR O REDUCIR LA MANIPULACION

A menudo existen amplias posibilidades de eliminar o reducir la manipulación. En la práctica, se nota la necesidad de mejorar la situación existente cuando aparecen determinados síntomas, por ejemplo, demasiadas operaciones de carga y descarga, frecuente transporte manual de cargas pesadas, largos trayectos efectuados por los materiales, velocidad desigual de avance del trabajo y congestión en determinadas zonas, numerosos deterioros o roturas debidos a la manipulación, etc. He aquí, algunos de los fenómenos más frecuentes que hacen necesaria la intervención del especialista en estudio del trabajo. La manera de proceder es similar a la del estudio de métodos tradicional, es decir, utilizando cursogramas sinópticos, cursogramas analíticos y diagramas de recorrido, y haciéndose las preguntas de rigor: «dónde, cuándo y cómo se efectúa esta manipulación», «quién la efectúa» y, sobre todo, «por qué se efectúa».

Sin embargo, en muchos casos dicho estudio deberá ir precedido o acompañado por un estudio sobre la disposición de la zona de trabajo, con el fin de reducir al mínimo la manipulación.

#### MEJORAR LA EFICIENCIA DE LA MANIPULACIÓN

La eficiencia de la manipulación puede mejorarse respetando ciertas normas a saber:

1. Incrementar el tamaño o el número de unidades manipuladas cada vez. De ser, necesario, modificar el diseño y embalaje del producto para ver si puede lograrse más fácilmente ese resultado.
2. Aumentar la velocidad de manipulación siempre que sea posible y económico.
3. Aprovechar la fuerza de gravedad siempre que sea posible.
4. Disponer de suficientes contenedores, paletas, plataformas, cajas, etc., a fin de facilitar el transporte.
5. Dar preferencia, en lo posible, al equipo de manipulación que sirve para una amplia variedad de usos y aplicaciones.
6. Tratar de que los materiales se desplacen lo mas posible en línea recta y de que los pasillos se mantengan despejados.

#### ELEGIR CON ACIERTO EL EQUIPO DE MANIPULACION

El especialista en estudio del trabajo debe estar enterado de los sistemas y tipos de equipo existentes de manipulación de materiales. Aunque haya realmente centenares de tipo diverso, se pueden dividir en cuatro grandes categorías.

- **TRANSPORTADORES**

Los transportadores resultan de utilidad para desplazar material, en forma continua o intermitente, entre dos estaciones de trabajo fijas. Se utilizan principalmente para las operaciones de producción en serie o continua; de hecho, sirven para la mayoría de las operaciones en que la circulación es más o menos constante. Los transportadores pueden ser de varios tipos: de rodillos, de roldanas o de cinta, y ser accionados mecánicamente o girar libremente. La decisión de adquirir transportadores debe basarse en un cuidadoso estudio, ya que por lo general su instalación es muy costosa; además, son poco flexibles y, cuando dos o más de ellos convergen en un punto, es necesario coordinar la velocidad con que se mueven.

- **CARRETIILLAS INDUSTRIALES**

Las carretillas industriales permiten una mayor flexibilidad de empleo que los transportadores, ya que pueden desplazarse entre varios puntos y no tienen una posición fija permanente. Se prestan, pues, muy bien para la producción discontinua y para la manipulación de material de diferentes tamaños y formas. Existen numerosos tipos de carretillas: automotoras con motor de gasolina o eléctrico, manuales, etc. Su mayor ventaja reside en la amplia gama de accesorios disponible, lo que permite mejorar su capacidad para manipular materiales de diferentes tipos y formas.

- **GRUAS Y POLIPASTOS**

La principal ventaja de las grúas y polipastos es que permiten transportar materiales pesados por elevación, si bien por lo general solamente pueden utilizarse en zonas de dimensiones limitadas. También en esta categoría de aparatos hay varios tipos, y en cada tipo hay varias capacidades de carga. Pueden utilizarse para la producción tanto continua como discontinua.

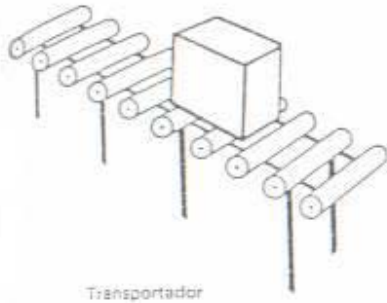
- **CONTENEDORES**

Los contenedores pueden ser de dos tipos: los «inertes» (cajones, barriles, paletas, plataformas, etc.), que llevan dentro el material, pero que no se mueven por si solos, y los «móviles» (por ejemplo, vagonetas, plataformas rodantes, carretillas, mano), que pueden al mismo tiempo contener y transportar el material y que por lo general se accionan manualmente.

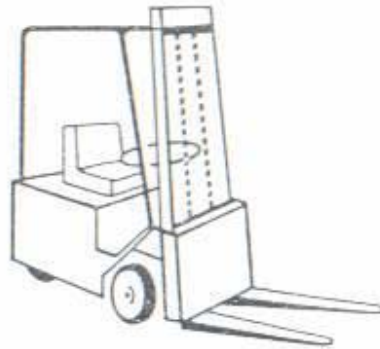
La figura 36 ilustra algunos tipos de equipo de manipulación.

La elección del equipo de manipulación no es fácil. En mas de un caso el mismo material puede ser manipulado por dispositivos diferentes (véase figura 37) Además, la gran variedad de tipos de equipo existentes tampoco simplifica el problema. En otros casos, en cambio, la naturaleza del material que se debe manipulara limita la elección.

Figura 36. Diferentes tipos de equipo de manipulación



Transportador



Carratilla elevadora



Grúa

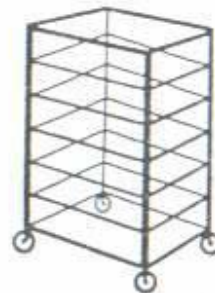


Polipasto

CONTENEDORES

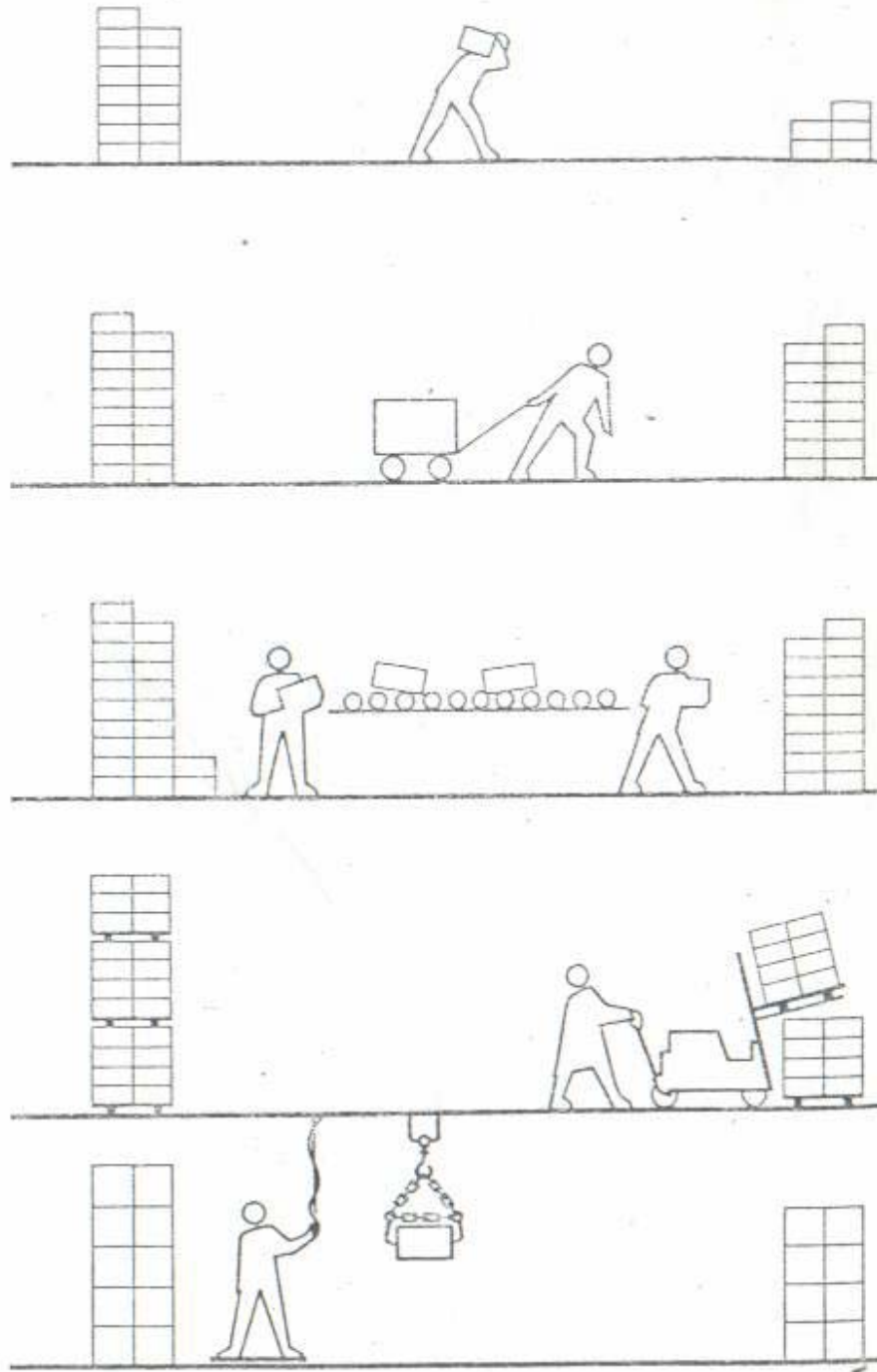


Plataforma  
(contenedor «inerte»)



Carrillo para baldosas o artículos de pastelería  
(contenedor «móvil»)

Figura 37. · *Diferentes métodos de manipulación de un mismo objeto*



Entre los factores más importantes que considerar al escoger el equipo de manipulación están los siguientes:

1. Características del material- El tamaño, forma y peso del material, así como el estado (sólido, líquido o gaseoso) en que se transportara, constituyen criterios importantes e imponen ya una eliminación preliminar de la gama del equipo en estudio. Del mismo modo, si el material es frágil, corrosivo o tóxico, determinados métodos y contenedores de manipulación resultaran mas apropiados que otros.
2. Disposición y características del edificio. El espacio de que se disponga para la manipulación representa otro factor restrictivo. Los techos bajos pueden excluir el empleo de grúas y polipastos, y la presencia de columnas portantes en lugares incómodos puede limitar el tamaño del equipo. Si el edificio tiene varios pisos pueden utilizarse vertederos, planos de descarga y rampas para carretillas industriales. Por último, la disposición de las instalaciones es un indicio del método de producción aplicado (continuo, discontinuo, con componente principal fijo, por grupos), lo cual indica ya el tipo de equipo de manipulación más apropiado.
3. Circulación de la producción. Si la circulación entre dos posiciones fijas, y sin probabilidades de cambiar, es relativamente constante, podrá utilizarse con éxito equipo fijo, como transportadores o vertederos. Si, por el contrario, la circulación no es constante y la dirección cambia de vez en cuando de un punto a otro porque se fabrican varios productos simultáneamente, será preferible utilizar equipo móvil, como carretillas industriales.
4. Costo. Este es uno de los factores más importantes. Los demás mencionados hasta ahora pueden contribuir a reducir la gama de posibilidades de opción, pero el cálculo de costos ayudará a tomar la decisión final. Al establecer comparaciones entre diversos tipos de equipo capaces de manipular la misma carga deben tenerse en cuenta varios elementos. Está, en primer lugar, el costo inicial del equipo, elemento fundamental para calcular el costo de financiación, representado por los intereses que se pagarán (suponiendo que la empresa deba solicitar un préstamo para adquirir el equipo) o el costo de oportunidad o de sustitución (suponiendo que la empresa disponga de los fondos necesarios y no tenga que recurrir a un préstamo, lo que no le impedirá, sin embargo, tener que sacrificar la inversión de esos fondos en otra actividad con determinada rentabilidad). A partir del costo del equipo puede calcularse también la amortización anual, a la que deberán sumarse otras cargas, tales como seguro, impuestos y gastos generales mayores. Además de estas cargas fijas hay otros gastos de explotación, tales como mano de obra, energía, mantenimiento y supervisión. Solamente calculando y comparando el costo total de cada tipo de equipo podrá adoptarse una decisión más racional sobre el tipo que resulta más apropiado.