

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA O ESTRATEGIA DE LAYOUT

TEMA 6

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA O ESTRATEGIA DE LAYOUT

- 6.1. La importancia estratégica de las decisiones de *layout* (*Introd. cap. 8 + 8.1 + Diapositivas*)
- 6.2. Tipos de *layout* (8.2)
 - 6.2.1. Distribución en planta según el tipo de instalación.
 - Layout* de oficinas (8.2.6)
 - Layout* de call centers (8.2.7)
 - Layout* de empresas de servicios: comercios (8.2.8)
 - Layout* de almacenes (8.2.5 + *Diapositivas para 'Sistemas de almacenamiento'*)
 - 6.2.2. Distribución en planta según el tipo de proceso productivo
 - Layout* de posición fija o de proyecto (8.2.1)
 - Layout* por proceso (8.2.2)
 - Layout* celular (8.2.4)
 - Layout* por producto y repetitivo (8.2.3)
- 6.3. Diseño del lugar de trabajo (8.5)
- 6.4. Equilibrado de la línea de montaje. Técnicas de resolución de ejercicios. (*Diapositivas*)

BIBLIOGRAFÍA: *Diapositivas + Epígrafes indicados arriba del cap. 8* Arias y Minguela (2018)

OBJETIVOS

- Explicar qué es un ***layout* o distribución en planta**.
- Describir cuáles son los **tipos básicos** de distribución en planta utilizados.
- Analizar qué tipo de *layout* se debería utilizar en cada operación.
- Considerar los **aspectos humanos** relacionados con el diseño del lugar de trabajo.
- Describir cómo debería ser **diseñado un layout** para líneas de producción y montaje.

Introducción

Diseño eficiente de las instalaciones → importante tanto para empresas de **manufactura** como de **servicios**.

Decisiones como:

- **MANUFACTURAS:** Lugar de almacenamiento de las m.p., manejo de materiales, flujos de trabajo, ubicación de empleados y máquinas, asignación de tareas, colocación adecuada de recursos, etc.
- **SERVICIOS** (en muchos casos los clientes están físicamente en las instalaciones): flujo de clientes, gestión de colas, entorno de servicio, disposición y visibilidad de los distintos productos, flujos de información en oficinas...

Introducción

DEFINICIÓN DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA O LAYOUT:

- “Distribución física de una **instalación**”.
- “Disposición específica de los **recursos productivos** y la **asignación de tareas** a cada uno de ellos, lo cual determinará el flujo de proceso y operaciones”.

6.1. La importancia estratégica de las decisiones de *layout*

LAYOUT Y ESTRATEGIA

Con el **proceso de distribución en planta** se pretende **determinar la mejor ordenación de los factores disponibles**, de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los **objetivos** fijados **de la forma más adecuada y eficiente posible**, mediante la consecución de **dinamismo y flexibilidad** en el sistema.

Es una **decisión de naturaleza estratégica** porque:

- Ayudará a la empresa a **implantar su estrategia de negocio/competitiva** (p.e., liderazgo en costes o diferenciación).
- El objetivo de la estrategia de distribución en planta es desarrollar un *layout* económico que **satisfaga los requisitos competitivos** de la empresa.

6.1. La importancia estratégica de las decisiones de *layout*

LAYOUT Y ESTRATEGIA

Objetivos del *layout* o distribución en planta:

- Mejorar la **utilización** del espacio, equipos y personas (disminución congestión y retrasos, supresión espacios innecesarios...)
- Optimizar el **flujo** de información, personas y materiales.
- Incrementar la **comodidad y seguridad del trabajador**.
- Incrementar la **comodidad y seguridad de los clientes**.
- Mejorar la **interacción con el cliente**.
- Una mayor **flexibilidad** (el *layout* debe estar preparado para ser cambiado con agilidad en cualquier momento, de acuerdo con la adaptación de la empresa a las necesidades que surjan).

6.1. La importancia estratégica de las decisiones de *layout*

bonustrack

Objetivos básicos DP

| | |
|-----------|--------------------|
| Unidad | Circulación mínima |
| Seguridad | Flexibilidad |

UNIDAD: Se debe conseguir la **integración** de todos los elementos o factores implicados en la unidad productiva. Por ello, todos los departamentos deben ser consultados a la hora de realizar la distribución.

CIRCULACIÓN MÍNIMA: Intentar que los **recorridos** efectuados por los materiales y personas (de operación a operación y entre departamentos) sean **óptimos**, lo cual requiere economía de movimientos, de equipos, de espacio, etc. Para ello, es importante **conocer las interconexiones** entre los distintos centros y puestos de trabajo. Este objetivo es aplicable también a servicios (e. *en un comercio la comodidad del cliente es mayor si los productos son agrupados de forma que se reduzca el tiempo de búsqueda*).

SEGURIDAD: Se ha de garantizar la **seguridad, satisfacción y comodidad del personal**, consiguiéndose una disminución de los accidentes de trabajo y una mejora del ambiente de trabajo. También ha de lograrse comodidad y seguridad de los **clientes**.

FLEXIBILIDAD: La distribución en planta necesitará, con mayor o menor frecuencia, **adaptarse** a los cambios en las operaciones, lo que hace aconsejable realizar distribuciones flexibles.

¿Razones para redistribuir una instalación?

- **Congestión y deficiente utilización** del espacio.
- **Acumulación excesiva** de materiales en proceso.
- **Excesivas distancias** a recorrer en el flujo de trabajo.
- Simultaneidad de **cuellos de botella** y **ociosidad** en distintos centros de trabajo.
- Trabajadores cualificados realizando **demasiadas operaciones** poco complejas.
- **Ansiedad y malestar** de la mano de obra.
- **Accidentes laborales**.
- **Dificultad de control** de las operaciones y del personal.
- **Flujo confuso** de proceso.
- **Tiempos de proceso largo**.
- Operaciones **inflexibles**.
- **Insatisfacción** de clientes.
- **Colas** de clientes.
- Incremento de los **costes**.

bonustrack

Frecuencia de la distribución

- Periódicamente
- Continuamente
- Sin periodicidad

6.2. Tipos de layout

Las decisiones de distribución en planta buscan **OPTIMIZAR**:

- Disposición de maquinaria, m.p. y grupos de trabajo (manufactura)
- Departamentos, despachos y mobiliario (oficinas)
- Centros de servicio, áreas funcionales, áreas de descanso y atención al cliente (comercios, hospitales, restaurantes...)

TIPOS DE LAYOUT:

Layout de oficinas
Layout de call centers
Layout de e. servicios
Layout de almacenes

Posición fija o de proyecto
Por proceso o funcional
Células de trabajo
Por producto y repetitivo

Decisiones sobre

- El diseño de los lugares de **trabajo** y zonas de **descanso**.
- Los **flujos de información**.
- La integración de la prevención de **riesgos laborales**.
- El **coste del movimiento** de materiales entre diferentes departamentos.
- La selección de **equipos de trabajo** y los criterios **ergonómicos**.
- Las necesidades de **capacidad y espacio extra**.

Layout de oficinas

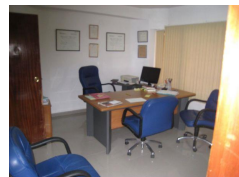
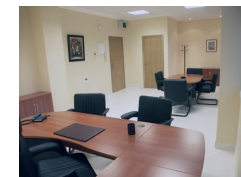


- El **layout de oficinas** requiere agrupar a trabajadores, equipos y mobiliario en un espacio, de forma que se asegure un lugar de trabajo cómodo, seguro y que facilite el movimiento de la información, de las personas, (y del papel).
- Importancia que se asigna al **flujo de la información** → CAMBIO TECNOLÓGICO → **Transferencia electrónica** de la información → Flexibilidad cada vez mayor del layout (programas de "hoteling").
- A pesar de lo anterior, el análisis del *layout* de las oficinas **sigue requiriendo un enfoque basado en las tareas** (presenciales).

Layout de oficinas

¿Ventajas e inconvenientes de cada una?

- **OFICINA CONVENCIONAL** (muros fijos)



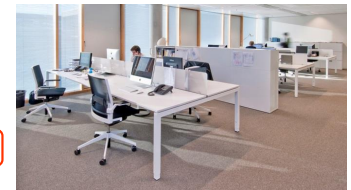
- **OFICINA ABIERTA** (salas grandes donde trabajan varias/muchas personas a la vez)

Ventajas

- Equipo común (fotocopiadora, impresora, archivos, material)
- Menos requerimiento de espacio
- Costes de calefacción, aire y limpieza se reducen
- La supervisión es más fácil

Inconvenientes

- Falta de privacidad y confidencialidad
- Menos estatus que un despacho privado



Layout de oficinas

- **OFICINA CONVENCIONAL** (muros fijos)
- **OFICINA ABIERTA** (salas grandes donde trabajan varias/muchas personas a la vez)

Utilizando las ventajas de ambas, podemos diseñar una nueva distribución



- **OFICINA MODERNA** = Espacio privado + Espacio abierto
- Paneles que no llegan ni al techo ni al suelo (circulación de aire).
- Paneles atenuantes del ruido.
- Mesas construidas entre los paneles (ahorro de costes y espacio).
- Cableado está dentro de los paneles (aparición de limpieza y mejora de la seguridad).

Layout de call centers



- Caso especial de oficinas → **call centers** (centros de llamadas)
- Oficina donde un grupo de personas específicamente formadas para ello prestan atención o servicio telefónico.

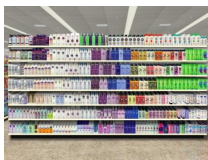


Call center tradicional



Call center moderno (desde casa)

Layout de empresas de servicios



CARACTERÍSTICAS COMUNES:

- **Facilitar el acceso** al cliente
- **Decoración y ambiente son claves** (el cliente forma parte del proceso de prestación del servicio → la experiencia de servicio es fundamental para el nivel de satisfacción)
- Elevado **coste por metro** cuadrado de los establecimientos comerciales
- **Maximizar las ventas** por metro cuadrado

Layout de empresas de servicios → COMERCIOS



- En el caso de **servicios minoristas** (comercios, restaurantes, supermercados) el objetivo del *layout* es maximizar la utilidad por metro cuadrado → **MAXIMIZAR Bº / m²**
- **COMERCIOS** → El layout de comercios (grandes almacenes o tiendas pequeñas) se basa en la idea de que las **ventas** (y con ello los beneficios) **varían directamente con la forma de exposición de los productos a los clientes**.

Organización general de la tienda

+

Asignación de espacio a los diferentes productos

Layout de empresas de servicios → COMERCIOS



CONSIDERACIONES → LAYOUT COMERCIOS:

- Colocar los productos de mucha venta en la **periferia** de la tienda.
- Utilizar los **extremos finales de los pasillos**, ya que tienen un alto grado de exposición.
- Utilizar **localizaciones destacadas** para los productos de compra impulsiva y de alto margen (p.e., los productos de limpieza, belleza, champú).
- Distribuir los **artículos de reclamo** (los que destacan en el recorrido de la compra, como las ofertas) a **ambos lados de un pasillo y dispersos**, para incrementar la visibilidad de otros artículos.
- Colocar artículos a la **altura de los ojos** de adultos o niños, según el tipo de producto.

Layout de empresas de servicios EL ENTORNO DE SERVICIO



- En oficinas o en comercio minorista → importancia de elementos de diseño.
- El **entorno de servicio** afecta a la **percepción, actitud y conducta del cliente**, por el encaje entre sus expectativas y la experiencia de servicio.
- Dimensiones** del ambiente físico del entorno de servicio:
 - **Condiciones ambientales**
 - **Espacio y funcionalidad**
 - **Señales, símbolos y artefactos**

Layout de almacenes



- Almacenes:** se transportan los materiales entre **centros de actividad**.
- Proceso central → **ALMACENAMIENTO** (no añaden valor, generalmente)
- Funciones:**
 - Son centros **reguladores del flujo de existencias** (ajuste oferta y demanda)
 - Ayudan al **proceso de producción**
 - Pueden **reducir los costes** (adquirir grandes lotes de productos)

Planificación de almacenes

- Fase de **diseño de la instalación** (*continente*)
- Fase de **diseño de la disposición de los elementos** del almacén (*contenido, layout del almacén propiamente dicho*)
- **Layout exterior:** planificación de accesos y cerramientos
- **Layout interior:** zonas de recepción, almacenaje, preparación de pedidos, expedición y auxiliares.

Layout de almacenes



Objetivos del diseño de la distribución en planta de un almacén

- Maximizar o utilizar** adecuadamente la **superficie disponible** (optimizar capacidad almacén).
- Permitir **fácil y rápido acceso** a los productos almacenados, minimizando distancias y favoreciendo los flujos de mercancías.
- Facilitar la **gestión y control** de las **existencias**.
- Encontrar el mejor **equilibrio** entre los **costes de mantenimiento** y la **optimización de la capacidad del almacén y el espacio disponible**:
 - ✓ Los costes de **mantenimiento**, o costes de manipulación del material, son todos los costes relacionados con una operación en un almacén (equipos, personas, material, supervisión, seguros, depreciación).
 - ✓ La operación consiste en el transporte de entrada, el almacenamiento y el transporte de salida de los materiales a almacenar.

Layout de almacenes

Sistemas de almacenamiento

Preparar este apartado
por DIAPOSITIVAS

Layout de almacén viene determinado por:

- Tipo de almacenamiento preferido.
- Método de organización de los elementos almacenados.
- Equipos tecnológicos disponibles para operar en el almacén.
- Si el almacén se utiliza como lugar de procesamiento o no (adición de valor).

CROSS-DOCKING

ALMACENAMIENTO
ALEATORIO

PERSONALIZACIÓN

Layout de almacenes

Sistemas de almacenamiento

Layout de almacén viene determinado por:

- Tipo de almacenamiento preferido.
- Método de organización de los elementos almacenados.
- Equipos tecnológicos disponibles para operar en el almacén.
- Si el almacén se utiliza como lugar de procesamiento o no (adición de valor).

- Cero almacenamiento. Procesar materiales y envíos a medida que se reciben.
- Puertos, centros de distribución, instalaciones industriales.
- Necesita: 1) programación rigurosa; 2) identificación exacta del producto (códigos de barras, etiqueta electrónica, código QR...)

ALMACENAMIENTO
ALEATORIO

PERSONALIZACIÓN

Layout de almacenes

Sistemas de almacenamiento

Layout de almacén viene determinado por:

- Tipo de almacenamiento preferido.
- Método de organización de los elementos almacenados.
- Equipos tecnológicos disponibles para operar en el almacén.
- Si el almacén se utiliza como lugar de procesamiento o no (adición de valor).

CROSS-DOCKING

- Mantener registros exactos.
- Sistemas de identificación automática.
- Se combinan sistemas de identificación automática con sistemas de información de gestión eficaces.
- Se ubican los artículos aleatoriamente con recuperación eficaz (ASRS).

PERSONALIZACIÓN

Layout de almacenes

Sistemas de almacenamiento

Layout de almacén viene determinado por:

- Tipo de almacenamiento preferido.
- Método de organización de los elementos almacenados.
- Equipos tecnológicos disponibles para operar en el almacén.
- Si el almacén se utiliza como lugar de procesamiento o no (adición de valor).

CROSS-DOCKING

ALMACENAMIENTO
ALEATORIO

- Valor añadido al producto: A través de la personalización.
- Modificación de componentes, reparación, etiquetado y empaquetado.

6.2. Tipos de *layout*

Las decisiones de distribución en planta buscan **OPTIMIZAR**:

- Disposición de maquinaria, m.p. y grupos de trabajo (manufactura)
- Departamentos, despachos y mobiliario (oficinas)
- Centros de servicio, áreas funcionales y atención al cliente (comercios, hospitales, restaurantes...)

TIPOS DE LAYOUT:

Layout de oficinas
Layout de call centers
Layout de e. servicios
Layout de almacenes

Posición fija o de proyecto
Por proceso o funcional
Células de trabajo
Por producto y repetitivo

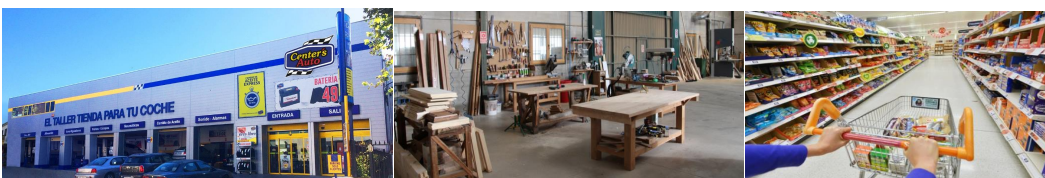
Layout de posición fija o de proyecto

- El **producto está fijo** en un lugar determinado, siendo trabajadores y equipos los que se desplazan hasta donde está el producto.
- Cuando **no es posible mover el producto** debido a su peso, tamaño, forma, volumen, o porque es delicado su traslado.
 - Construcción de una carretera.
 - Construcción de barcos, aviones...
- **Servicios** → por su naturaleza o por la imposibilidad de traslado del cliente:
 - Médico a domicilio
 - Reparación de un electrodoméstico
 - Mantenimiento servidor informático en una empresa
 - Reparación de un electrodoméstico en casa
- La **distribución en planta** en estos casos está **limitada por el espacio disponible**.



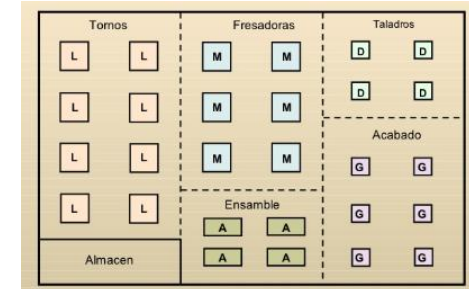
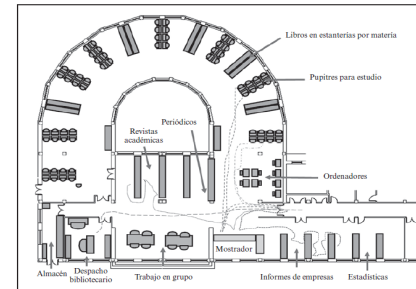
Layout por proceso o funcional

- **Agrupación funcional** de trabajadores, equipos y herramientas → agrupados según **tareas** similares y en torno al **proceso** (*distribución por funciones o por talleres*).
- DP apropiada para enfoques productivos de **bajo volumen y alta variedad** (*enfoque proceso*):
 - Procesos intermitentes.
 - Atención a clientes con necesidades diferentes.
- Situaciones de **demanda baja o imprevisible** → no pueden asignarse recursos a tareas específicas, líneas de producción exclusivas o un cliente en particular.
- **Cada producto a fabricar realiza un recorrido distinto** por la planta en función de las operaciones que requiera para su fabricación, por lo que se generan diferentes flujos de materiales entre los diferentes talleres.
- Análogamente para los **servicios** → **clientes en un supermercado** harán **recorridos diferentes**.



Layout por proceso o funcional

- Hospitales
- Organismos públicos de atención al ciudadano
- Talleres (carpintería, reparación de automóviles)
- Biblioteca de la universidad
- Empresas que fabrican partes concretas de un producto final, y que ofrecen variedad en el output.
- ...



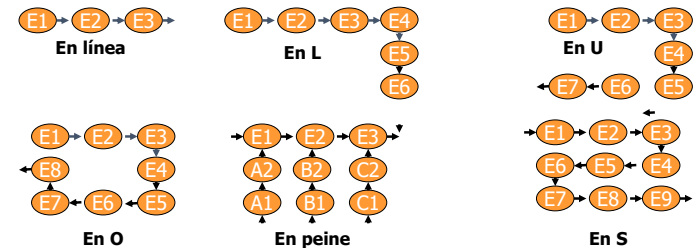
Layout por producto y repetitivo (layout en línea)

- Basado en secuencia de operaciones que hay que realizar para la fabricación de un producto o prestación de un servicio → **Flujo en línea**.
- Propio de enfoques de **producción continua** y **producción repetitiva** (estrategias de proceso para altos volúmenes y media-baja variedad):
 - Alta tasa de utilización de capacidad y equipos.
 - Menor tiempo improductivo por escasos cambios en el producto.
 - Mayor grado de **estandarización**.
- Cada producto (o cliente, en el caso de los servicios) sigue una **ruta preasignada** que requiere de la misma secuencia de actividades.
- Ejemplos:** ensamblado de automóviles o electrodomésticos, lavado automático de coches, self-service en una cafetería...



Layout por producto y repetitivo (layout en línea)

- Supuestos de partida:**
 - El **volumen** es adecuado para una **alta utilización** de los equipos.
 - Recursos especializados e intensivos en capital.**
 - La **demand**a del producto es razonablemente **estable**.
 - El producto está **estandarizado**. Tasa rápida de procesamiento del producto.
 - Inventarios de materias primas reducidos.**
 - Componentes de **calidad uniforme**.
- Estaciones y departamentos de trabajo están dispuestos en una **trayectoria lineal**.



Layout celular (por células de trabajo / basado en tecnología de grupos)

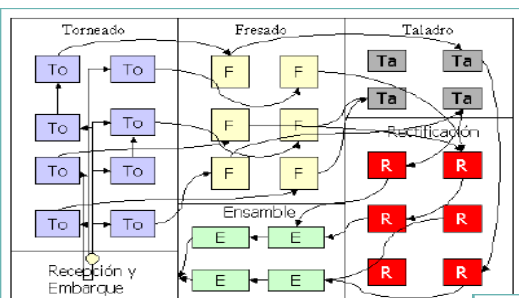
1) CÉLULAS DE TRABAJO POR PRODUCTO (O TIPO DE CLIENTE)

2) OWM (one worker, multiple machines)

Layout celular (por células de trabajo / basado en tecnología de grupos)

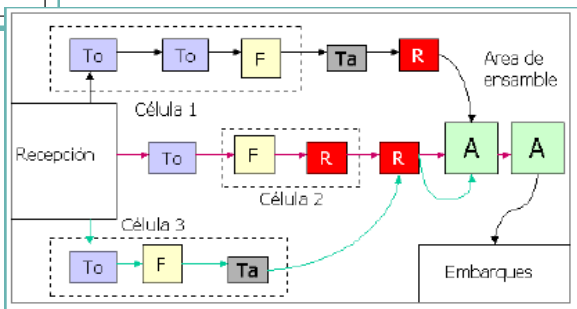
1) CÉLULAS DE TRABAJO POR PRODUCTO (O TIPO DE CLIENTE)

- Reorganización de **personas y equipos** que estarían dispersos según **funciones** (*layout por proceso*) en un **grupo de trabajo enfocado en la fabricación de un producto o grupo de productos con características similares** (*layout por producto*).
- El **volumen** o las **características especiales** de un pedido justifican una organización especial de trabajadores y maquinaria.
- La **tecnología de grupos** identifica productos o partes de productos con **características similares** que se prestan a ser procesados en una célula de trabajo específica.
- Análogamente para los servicios:** clientes con necesidades específicas y particulares que justifican la creación de una célula o área para ellos.
- Una fábrica dentro de una fábrica / Una tienda dentro de una tienda**



FLUJO ANTES DE LAS
CÉLULAS DE TRABAJO

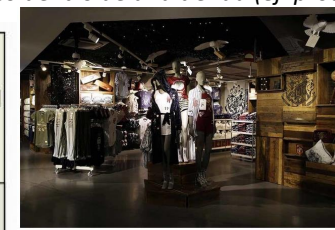
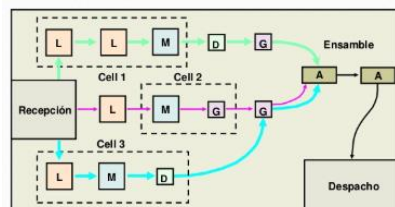
FLUJO DESPUÉS DE LAS
CÉLULAS DE TRABAJO



Layout celular (por células de trabajo / basado en tecnología de grupos)

1) CÉLULAS DE TRABAJO POR PRODUCTO (O TIPO DE) CLIENTE

- Una fábrica dentro de una fábrica / Una tienda dentro de una tienda
- Ejemplos:
 - Línea de ensamble para un modelo especial de un producto.
 - Unidad de maternidad en un hospital.
 - Servicios especializados por clientes.
 - Comercios: espacio temático dentro de una tienda (ej. productos vida saludable).

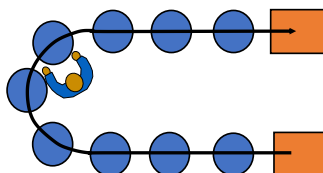
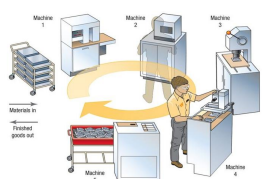


Layout celular (por células de trabajo / basado en tecnología de grupos)

1) CÉLULAS DE TRABAJO POR PRODUCTO (O TIPO DE) CLIENTE

2) OWM (one worker, multiple machines)

- Un trabajador atiende múltiples máquinas.
- Habitual cuando los volúmenes de trabajo no son suficientes para mantener ocupados a los trabajadores en una línea de producción.
- Línea pequeña para mantener ocupado a un único trabajador que puede operar en máquinas diferentes.



6.3. Diseño del lugar de trabajo

DISEÑO DEL LUGAR DE TRABAJO

- Seguridad:** proveer condiciones de seguridad y salud laboral y reducir riesgos
- Ergonomía:** Persigue la adaptación del trabajo a la persona en términos de eficacia, productividad y seguridad.

Objetivos de la ergonomía

- Selección adecuada de la **tecnología**
- REDUCIR**
 - Fatiga
 - Errores humanos
 - Requerimientos de energía
- INCREMENTAR**
 - Velocidad
 - Precisión
 - Flexibilidad
 - Fiabilidad

6.3. Diseño del lugar de trabajo

Diseño del trabajo

- Determinar las **tareas** específicas del trabajo y sus responsabilidades, el **ambiente** de trabajo y los **métodos** por los cuales las tareas se realizarán para alcanzar los objetivos de las operaciones.

Objetivos del diseño del trabajo

- Conseguir que se **realice el trabajo** (al menor coste, con calidad, eficiencia y flexibilidad).
- Realizar el trabajo con **seguridad, satisfacción y motivación**.

Ampliación y enriquecimiento del trabajo

- Expansión horizontal → variedad de tareas
- Expansión vertical → grado de responsabilidad

Especialización

Factores psicosociales
(organización + contenido y desarrollo del trabajo)

6.4. Equilibrado de la línea de montaje

DP orientada al producto

Producción continua: La correcta interrelación de las operaciones se consigue a través del diseño de la distribución y las especificaciones de los equipos.

Layout por producto

DP orientada a enf. repetitivo

Configuración repetitiva: Las interrelaciones se centran en el equilibrado de la línea. Se intenta evitar los cuellos de botella.

Refinerías, Centrales eléctricas

Líneas de fabricación
Líneas de montaje

EQUILIBRADO DE LA CADENA O DE LA LÍNEA

Automóviles, Electrodomésticos

6.4. Equilibrado de la línea de montaje

Equilibrado de la cadena

OBJETIVO: Determinar el número de estaciones de trabajo y las operaciones a asignar a cada estación de forma que logremos equilibrar la carga de cada estación para **minimizar los tiempos ociosos**, así como minimizar el **número de trabajadores y máquinas necesarios** para proporcionar la producción requerida / deseada.

Líneas de fabricación:
construye componentes

Tienden a ir al ritmo de las máquinas y necesitan cambios mecánicos y de ingeniería para facilitar el equilibrado

Líneas de montaje:
ensambla piezas

Tienden a ir al ritmo de las tareas de trabajo asignadas a personas o estaciones de trabajo. **Pueden equilibrarse moviendo tareas de una estación a otra.**

6.4. Equilibrado de la línea de montaje

Equilibrado de la cadena

Eliminar los **cuellos de botella**

Subdividir la cadena en **estaciones de trabajo EQUILIBRADAS**

6.4. Equilibrado de la línea de montaje

FASES:

- I. Definición de tareas e identificación de precedencias.
- II. Cálculo del número mínimo de estaciones de trabajo.
- III. Asignación de las tareas a las estaciones de trabajo.
- IV. Evaluación de la eficacia y la eficiencia de la solución y búsqueda de mejoras.

6.4. Equilibrado de la línea de montaje

FASES:

I. Definición de tareas e identificación de precedencias:

Se descompone el trabajo en tareas u operaciones más pequeñas que pueden ser realizadas de forma independiente. A continuación se identifican las actividades precedentes. Se trata, pues, de descomponer el trabajo en tareas perfectamente identificadas, así como el orden entre ellas →

DIAGRAMA DE PRECEDENCIAS

6.4. Equilibrado de la línea de montaje

II. Cálculo del número mínimo de estaciones de trabajo (ii)

Tiempo de Ciclo (c) (seg/unidad/ET) → Tiempo máximo permitido a cada estación de trabajo para procesar una unidad.

Se calcula así:

$$c = \text{tiempo de producción disponible por día (período)} / \text{demanda de unidades diaria (por período)}$$

$$c = (1/r) \times 3600$$

r = producción deseada por hora (uds/hora)

r = producción deseada por período / nº de horas de trabajo disponibles por período

6.4. Equilibrado de la línea de montaje

II. Cálculo del número mínimo de estaciones de trabajo (ii)

Mínimo Teórico (MT): conseguir el equilibrado de la cadena con el menor número de estaciones de trabajo posible.

$$MT = \sum ti / c$$

(siempre se redondeará por exceso)

ti = tiempo de ejecución de la tarea i

$\sum ti$ = tiempo de ejecución total requerido para elaborar una unidad de producto

Al minimizar el número de estaciones se consigue:

(1) *Minimizar los tiempos ociosos*

$$\sum to = n \cdot c - \sum ti$$

→ $n \cdot c$ = tiempo total necesario por unidad (tiempos productivos + improductivos)

→ n = número de ET resultantes tras el cálculo

(2) *Maximizar la eficiencia:* $E = (\sum ti / nc) \times 100$

(3) *Minimizar el retraso del equilibrado:* $R = 100 - E$

6.4. Equilibrado de la línea de montaje

III. Asignación de las tareas a las estaciones de trabajo (i)

- 1) Se comienza con la primera estación a formar, a la que se asigna el número 1 (**ET1**).
- 2) Se elabora una lista con todas las posibles tareas que podrían ser incluidas en la estación en cuestión, las cuales deben cumplir las siguientes **condiciones**:
 - No haber sido asignadas todavía a ninguna estación.
 - Todas sus tareas precedentes han debido ser asignadas a éstas o a alguna estación previa.
 - Sus tiempos de ejecución (t_i) no pueden exceder el tiempo ocioso de la estación que, en este momento será la diferencia entre el tiempo de ciclo (c) y la suma de los tiempos de ejecución de las tareas que ya hayan sido asignadas a la estación que se está formando.

6.4. Equilibrado de la línea de montaje

III. Asignación de las tareas a las estaciones de trabajo (ii)

- 3) Se selecciona una tarea, de entre las candidatas de la lista. Para esta selección se sigue normalmente una de las dos reglas siguientes:

Regla 1: se selecciona aquella tarea cuyo tiempo de ejecución sea más elevado ("**tarea más larga**" o "**tiempo de tarea más largo**")

ES LA REGLA POR DEFECTO SI NO NOS DICEN NADA

Regla 2: se selecciona aquella tarea que tenga un mayor número de tareas siguientes ("**más tareas siguientes**")

- 4) Calcular el tiempo acumulado de todas las tareas asignadas hasta ese momento a la estación en cuestión y restárselo al tiempo de ciclo para obtener su tiempo ocioso. (Volver al paso 2).

$t_o = \text{tiempo ocioso} = c - \text{tiempo ejecución tareas asignadas a la ET}$

- 5) Si queda alguna tarea por asignar, pero no puede asignarse a la estación que se está formando en ese momento (por no quedar tiempo suficiente), debe crearse una nueva estación.

6.4. Equilibrado de la línea de montaje

IV. Evaluación de la eficacia y la eficiencia de la solución y búsqueda de mejoras

La solución será **eficaz** si alcanza el objetivo de producción, y será **eficiente** si minimiza el tiempo ocioso.

$$E = (\sum t_i / n * c) \times 100$$

$$t_o = (n * c) - \sum t_i$$

6.4. Equilibrado de la línea de montaje

RESUMEN (VARIABLES Y CONCEPTOS)

c = tiempo de ciclo

t_i = tiempo de ejecución tarea i

$\sum t_i$ = tiempo total ejecución todas las tareas (tiempo productivo para la realización de todas las tareas)

t_o = tiempo ocioso de una estación de trabajo

$\sum t_o$ = tiempo ocioso total

MT = mínimo teórico

n = número de estaciones de trabajo resultante tras el equilibrado

$n * c$ = tiempo de ejecución de toda la cadena / línea de trabajo con la configuración realizada en nuestro equilibrado

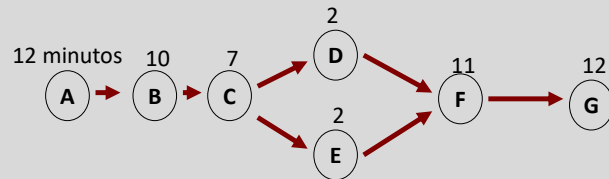
$n * c = \sum t_i + \sum t_o$

$E = (\sum t_i / n * c) \times 100$

$R = 100 - E$ ó $R = (1 - E) * 100$ ó $R = (\sum t_o / n * c) * 100$

EJEMPLO 1

Tiempo de ciclo: $c = 12$ minutos



1. Calcule el menor número de estaciones de trabajo.
2. Organice las tareas en distintas estaciones de trabajo con el fin de lograr el equilibrio de la cadena de montaje.
3. ¿Cuál es la eficiencia del equilibrio propuesto?

EJEMPLO 2 (i)

ELECTROHAUS S.A. se dedica a la fabricación y montaje de pequeños electrodomésticos, siendo la empresa más vanguardista del sector en cuanto a la utilización de distintas tecnologías aplicadas a las actividades de diseño y de fabricación. En concreto, la utilización de las distintas técnicas de diseño para la fabricación han conseguido aumentar la eficacia en el montaje de las tostadoras, ya que trabajando 8 horas al día y parando sólo 30 minutos para almorzar, es tiempo suficiente para elaborar un total de 300 tostadoras diarias. La línea de ensamble de las tostadoras se ha proyectado de forma que realizando cinco actividades se consiga el montaje final del producto, como muestra la siguiente tabla:

| TAREA | TIEMPO (segundos) | TAREAS PRECEDENTES |
|-------|-------------------|--------------------|
| A | 85 | - |
| B | 45 | A |
| C | 80 | - |
| D | 45 | C |
| E | 90 | B, D |

EJEMPLO 2 (ii)

- (a) Represente el diagrama de precedencias que muestre las relaciones secuenciales en el montaje de un tostador.
- (b) ¿Cuál es el tiempo máximo permitido a cada estación de trabajo de la línea para completar el conjunto de tareas asignadas (tiempo de ciclo)?
- (c) Determine el número mínimo de estaciones de trabajo y asigne las tareas correspondientes según la regla más tareas siguientes.
- (d) ¿Cuál es la eficiencia conseguida con el equilibrio de la línea de ensamble de tostadoras?