

Distribución *en* Planta

19

MANUAL

PRODUCTIVIDAD

EDICIÓN

Centros Europeos de Empresas Innovadoras de la Comunidad Valenciana (CEEI CV)

DIRECCIÓN

Centros Europeos de Empresas Innovadoras de la Comunidad Valenciana (CEEI CV)

En la elaboración de este documento ha participado la empresa FORINTEC, Servicios Generales de Formación y Consultoría, S.L.

© 2008 DE ESTA EDICIÓN

Centro Europeo de Empresas Innovadoras de Valencia (CEEI Valencia)
Avda. Benjamin Franklin, 12. Parc Tecnològic
46690 Paterna (Valencia)

DISEÑO

Debase Estudio Gráfico

MAQUETACIÓN

CSB

DERECHOS RESERVADOS

Queda rigurosamente prohibido, según autorización escrita de los titulares de Copyright, bajo una sanción establecida por Ley, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, incluidas la reprografía o tratamiento informático y la distribución de ejemplares mediante préstamo público.

Este Manual se ha editado gracias al apoyo prestado por el IMPIVA (Instituto de la Mediana y Pequeña Industria de la Generalitat Valenciana) a través del Convenio singular de colaboración para el desarrollo del Programa de Asistencia al Emprendedor.

Manual 19

Distribución en Planta



CEEI
COMUNIDAD
VALENCIANA
CENTROS EUROPEOS DE
EMPRESAS INNOVADORAS

www.redceei.com
www.emprenemjunts.es

Financiado por:



GENERALITAT
VALENCIANA

IMPIVA



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de
Desarrollo Regional

Una manera de hacer Europa

Proyecto cofinanciado por los Fondos FEDER, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2007-2013



UNIÓN EUROPEA
Fondo Social Europeo
El FSE invierte en tu futuro



Índice

e c i p u | Índice

1. GUIÓN RESUMEN DEL SERVICIO	7
2. GUÍA DE CONVERSACIÓN Y MOTIVACIÓN	9
3. MANUAL TÉCNICO	13
3.1 Objetivos de la distribución en planta	13
3.2 Principios básicos de la distribución en planta	14
3.3 Estudio del proceso. Diagrama del proceso	14
3.4 Importancia del movimiento (de personas, maquinaria y materiales)	15
3.5 Tipos de distribuciones en planta	15
3.5.1 Ubicación fija	15
3.5.2 Fabricación por procesos	15
3.5.3 Línea de producción	16
3.5.4 Célula de fabricación	16
3.6 Planificación sistemática de distribución en planta (Método SLP)	17
3.6.1 Análisis Productos-Cantidades (P-Q)	18
3.6.2 Recorrido de los productos (R)	21
3.6.3 Tabla relacional de actividades	25
3.6.4 Diagrama relacional de recorridos y actividades	26
3.6.5 Necesidades de espacio	27
3.6.6 Diagrama relacional de espacios	29
3.6.7 Factores influyentes	29
3.6.8 Obtención de soluciones	30
4. CASO PRÁCTICO	33
5. TEST DE COMPROBACIÓN DE CONOCIMIENTOS	42
5.1 Preguntas	42
5.2 Soluciones	43

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA



01

GUIÓN RESUMEN DEL SERVICIO



El objetivo de la presente Cápsula de Conocimiento, es la de describir una sistemática para la planificación de distribuciones en planta. Esta sistemática puede ser aplicada a todo tipo de distribuciones: almacenes, fábricas, oficinas, etc., aunque con el objetivo de fijar ideas, está referida a distribuciones en plantas industriales.

Las razones que pueden llevar a realizar una nueva distribución en planta son variadas: desde la implantación de nuevos medios de producción hasta la necesidad de reestructurar los existentes para aumentar su eficiencia.

Existen múltiples sistemas para la organización de distribuciones en planta (también llamadas *lay-outs*), pero básicamente los pasos seguidos son similares: el estudio del proceso de trabajo, identificación de los factores que influyen y la planificación de la distribución en planta buscando la máxima eficiencia (económica, de espacio, etc).

El estudio de los procesos se puede realizar en las cinco fases siguientes:

- Definición del producto a fabricar y las cantidades: **qué se produce**
- Definición del proceso: **cómo se produce**. Para ello se deben estudiar las posibilidades técnicas y la viabilidad económicas
- Determinación de los medios de producción: **con qué se produce**
- Estudio de los ciclos de fabricación: **cómo se organiza la producción**
- **Control de fabricación**: Es correcta la producción

GUÍA DE CONVERSACIÓN Y MOTIVACIÓN

02

Si 1/3 de las respuestas son positivas, tiene posibilidades de mejora. Si 2/3 de las respuestas lo son, es recomendable realizar la revisión de la distribución en planta.



1. MATERIAL	S/N
a) Alto porcentaje de piezas rechazadas	
b) Grandes cantidades de piezas averiadas, estropeadas o destruidas en proceso, pero no en las operaciones productivas	
c) Entregas interdepartamentales lentas	
d) Artículos voluminosos, pesados o costosos, movidos a mayores distancias que otros más pequeños más ligeros o menos caros	
e) Material que se extravía o que pierde su identificación	
f) Tiempo excesivamente prolongado de permanencia del material en proceso, en comparación con el tiempo real de operación	

2. MAQUINARIA	S/N
a) Maquinaria inactiva	
b) Muchas averías de maquinaria	
c) Maquinaria anticuada	
d) Equipo que causa excesiva vibración, ruido, suciedad, vapores	
e) Equipo demasiado largo, alto, ancho o pesado para su ubicación	
f) Maquinaria y equipo inaccesibles	

5. ESPERA. ALMACENAMIENTO	S/N
a) Se observan grandes cantidades de almacenamiento de todas clases	
b) Gran número de pilas de material en proceso esperando	
c) Confusión, congestión, zonas de almacenaje indefinidas o muelles de recepción y embarque colapsados	
d) Operarios esperando material en almacenes o en los puestos de trabajo	
e) Poco aprovechamiento en altura de las áreas de almacenaje	
f) Materiales dañados o mermados en las áreas de almacenamiento	
g) Elementos de almacenamiento inseguros o inadecuados	
h) Manejo excesivo en las áreas de almacén o repetición de las operaciones de almacenamiento	
j) Frecuentes errores en los inventarios	
k) Elevados costos en demoras y esperas de los conductores de carretillas	

6. SERVICIO	S/N
a) Personal pasando por los vestuarios, lavabos o accesos establecidos	
b) Quejas sobre instalaciones por inadecuadas	
c) Puntos de inspección o control en lugares inadecuados	
d) Inspectores y elementos de inspección y prueba ociosos	
e) Entregas retrasadas de material a las áreas de producción	
f) Excesivo personal empleado en la recogida de rechazos y desperdicios	
g) Demoras en las reparaciones	
h) Costos de mantenimiento indebidamente altos	
j) Líneas de servicios auxiliares que se rompen o averían frecuentemente	
k) Elevada proporción de empleados y personal de servicio en relación con los trabajadores de servicio	
l) Número excesivo de reordenaciones del equipo precipitadas	
m) Trabajadores realizando sus propias ampliaciones o modificaciones en el cableado, tuberías, conductos u otras líneas de servicio	



3.1 OBJETIVOS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Los objetivos de un estudio de distribución en planta son comunes a otras técnicas de optimización: la búsqueda de la **máxima eficiencia en los procesos de la empresa**, implantando los sistemas de fabricación de la forma más productiva posible.

La solución adoptada para la distribución en planta puede mejorar los siguientes factores:

- Incremento de la producción
- Mayor utilización de la maquinaria, mano de obra y servicios
- Disminución de los retrasos en producción
- Reducción del tiempo de fabricación (desde el pedido hasta el envío)
- Ahorro de espacio utilizado (almacén y producción)
- Reducción del movimiento de materiales
- Reducción del material semielaborado en proceso
- Reducción del trabajo administrativo e indirecto
- Mayor facilidad de supervisión de los trabajos
- Mejora del orden
- Reducción de los materiales dañados por manipulación
- Mayor satisfacción del trabajador por la mejora de las condiciones ambientales
- Mejora de la seguridad en el trabajo

El método utilizado para lograrlo es la ordenación física de los elementos presentes en una industria mediante una sistemática de análisis y consideración de soluciones:

- **Espacios necesarios para el movimiento del material y las personas:** Busca la optimización del espacio utilizado, reducción de materiales dañados o extraviados en la manipulación, mayor facilidad de supervisión, mejor orden y, consecuentemente, más seguridad en el trabajo y mejor ambiente laboral.
- **Almacenes: materia prima, terminados y semielaborados.** A través de su estudio se consigue optimizar el material en proceso, reducir los movimientos, mejorar el tiempo de fabricación y apoyar la mayor utilización de la maquinaria.
- **Ubicación de los trabajadores directos (producción).** Con el objetivo de mejorar las condiciones de seguridad y las condiciones ambientales.
- **Espacio necesario para las tareas de trabajadores indirectos: mantenimiento, calidad, etc.** Su primer objetivo es la seguridad de las personas. También ayuda en la reducción de tiempos de mantenimiento por la previsión de los trabajos y el apoyo a los trabajos administrativos y de control.
- **Maquinaria e instalaciones:** Agrupa todos los objetivos antes descritos.

3.2 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Durante la planificación de una distribución en planta, es importante que se tenga siempre la meta de la optimización económica de la explotación. Para ello se proponen los siguientes principios de diseño:

a) Integración

La mano de obra directa, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y todos los demás factores que influyen en el proceso productivo deben quedar integrados en una distribución que funcione como una sola máquina. Por ejemplo, acercando el almacén intermedio al puesto de trabajo se ahorra el tiempo de desplazamiento del trabajador hasta el puesto anterior para recoger materiales.

b) Mínima distancia recorrida

El movimiento de personas y materiales no añade ningún valor al producto, de modo que la optimización se logra reduciendo al mínimo los movimientos realizados.

c) Flujo de materiales

La organización física de los procesos según el orden en el que se deben realizar complementa al principio anterior, haciendo lo posible para eliminar los retrocesos o movimientos transversales.

d) Volumen ocupado

El metro cuadrado de instalación también tiene un coste, así que puede ser optimizado utilizando todo el espacio vertical que la técnica permita.

e) Recursos humanos

La salud y seguridad del personal debe ponerse siempre por encima del resto de consideraciones. A su vez, la mejora de condiciones de trabajo es un principio que facilita la optimización del coste total de instalación y explotación ya que si se reduce el esfuerzo necesario para realizar una tarea, es posible lograr una mayor producción por jornada.

f) Flexibilidad

Las necesidades de una empresa rara vez serán constantes en el tiempo y se producirá una evolución continua para adaptarse a los mercados, la evolución de la tecnología, los nuevos clientes y productos, etc. Por ello, es importante que se prevea la posibilidad de modificar la distribución en el futuro a un coste razonable.

3.3 ESTUDIO DEL PROCESO. DIAGRAMA DEL PROCESO

El primer paso para la realización del estudio de una disposición en planta es el estudio del proceso de trabajo que se va a implantar. El tiempo invertido en el estudio y predimensionado del proceso, facilitará una información de mayor calidad que se va a plasmar en una planificación más ajustada a la realidad.

Para el posterior proceso de diseño es importante que queden perfectamente definidas las operaciones, el espacio necesario para realizar cada una de ellas, las relaciones entre los puestos de trabajo y el recorrido de los materiales, los equipos (maquinaria) y el personal.

Asimismo se tienen que dimensionar los almacenes necesarios (de materia prima, de productos terminados, de materiales en proceso, y todos aquellos que sean necesarios), los procesos auxiliares y las rutas de entrada y salida de la instalación.

En el capítulo dedicado al SLP (planificación sistemática de la distribución en planta), se expone un proceso de análisis de los procesos de trabajo consistente en la realización de un diagrama del proceso, adecuado para el posterior diseño de la distribución en planta.

3.4 IMPORTANCIA DEL MOVIMIENTO (DE PERSONAS, MAQUINARIA Y MATERIALES)

De una u otra forma, un proceso industrial consiste en personas que utilizan maquinaria y equipos para transformar materias primas en productos elaborados. Por ello, en la planificación de una distribución en planta es de vital importancia el **estudio de los movimientos de todos los actores del proceso: personas, equipos y materiales**.

Las diferentes combinaciones de posibilidades de movimientos entre los tres elementos del proceso, llevará a una disposición en planta o a otra. Se puede dar todo tipo de casuística, como por ejemplo (y no exclusivamente):

- Movimiento de personas y máquinas, caso que ocurre en la construcción de un buque en el astillero
- Movimiento de materiales y personas: caso que se produciría en un taller de mantenimiento
- Movimiento de materiales, como en las líneas de producción
- Movimiento de materiales, personas y máquinas en el caso de almacenes de distribución

La elección de uno u otro tipo de distribución en planta es definido por la mayor economía en la explotación total del proceso (coste de implantación + coste de explotación) o en la posibilidad técnica de su realización.

Dado que la mano de obra tiene un coste por hora de presencia, es evidente que el sistema preferido será aquel en que se muevan materiales y/o máquinas cuando no haya otras consideraciones que lo impidan: imposibilidad técnica (obras, construcción de buques) o de flexibilidad (caso de un taller de mantenimiento que debe tener gran flexibilidad de producción).

Aún así, en el caso de que no se pueda evitar el movimiento de personas, la economía de movimientos será un principio importante para la optimización.

3.5 TIPOS DE DISTRIBUCIONES EN PLANTA

Atendiendo a lo anteriormente expuesto, las distribuciones en planta pueden dividirse en cuatro grandes grupos:

3.5.1 UBICACIÓN FIJA

Es la distribución en planta en la que el material permanece en su **ubicación definitiva desde el inicio del proceso**. El personal, los equipos y los materiales auxiliares que se incorporen serán los que realicen todos los movimientos. Es también denominado "proceso unitario". Este tipo de distribución en planta es recomendable únicamente cuando el proceso no pueda realizarse de otra forma por limitaciones técnicas: construcción, fabricación de elementos tremendamente voluminosos, etc. (construcción naval, aeronáutica, de material ferroviario, obras y montajes in situ, etc). Las ventajas de este sistema son:

- Reducción de movimientos de la pieza mayor
- Planificación de los trabajos no limitada por la distribución en planta
- Flexibilidad de productos y secuencia de operaciones

3.5.2 FABRICACIÓN POR PROCESOS

La fabricación por procesos es aquella en la que las máquinas se encuentran fijas en una posición y son los trabajadores los que acuden a ellas con los materiales.

Son aquellas distribuciones en planta en las que **se agrupan los trabajos por funciones**, agrupando las operaciones similares.

Este tipo de distribución tiene las siguientes ventajas:

- Mejor utilización de la maquinaria que en el caso de la ubicación fija
- Gran flexibilidad de productos fabricables, de secuencia de operaciones y de tamaños de lote
- Adaptabilidad a demanda intermitente
- Fácil mantenimiento de la continuidad de la producción en caso de incidencias de cualquier tipo: avería, absentismo de trabajadores, escasez de material, etc.
- Mayor motivación para los trabajadores, especialmente para los más cualificados

La mayor ventaja de este sistema es la **mayor flexibilidad de productos fabricables y la adaptabilidad**, por lo que este sistema se adapta mejor a la fabricación de elementos no repetitivos: talleres de mantenimiento, fabricación de moldes y matrices, fabricación de productos a medida partiendo de plano, etc.

3.5.3 LÍNEA DE PRODUCCIÓN

La distribución en planta adaptada para la producción en cadena **reduce al mínimo el movimiento de las personas y de las máquinas**, y en los casos más desarrollados, el movimiento de materiales se realiza de forma automatizada.

Las ventajas de la producción en cadena son de sobra conocidas desde la segunda revolución industrial de Taylor y Ford, a principios del siglo XX:

- Minimización del movimiento de materiales y reducción de los materiales en proceso por el control y la planificación del suministro
- Mayor utilización de la mano de obra que en las propuestas anteriores por el estudio y equilibrio de los tiempos de trabajo en cada puesto, reduciendo los tiempos de espera
- Gracias a la división del trabajo es posible el uso de mano de obra no cualificada o con menor formación

- Mejor control de la producción: cantidades, productividad, de calidad, etc.
- Mayor estandarización de los productos, reduciendo la variabilidad debida a la mano de obra
- Mejor utilización del espacio en planta que en los casos anteriores

En definitiva, se trata de una distribución en planta optimizada para grandes tiradas de producción con productos estandarizados. Sus limitaciones son la menor flexibilidad que la fabricación por procesos y la necesidad de mayores inversiones.

3.5.4 CÉLULA DE FABRICACIÓN

Se trata de una evolución de la línea de fabricación en la que se busca la **maximización de la utilización de la mano de obra**.

Para ello, en vez de utilizar el concepto clásico en el que se trata de igualar los tiempos de cada uno de los puestos de la cadena, se realiza una organización de las tareas que se centra en la utilización al 100% de cada uno de los puestos de trabajo y en la reducción de materiales en línea.

Es un sistema especialmente indicado para muy grandes tiradas, puesto que las células de fabricación son monoproducto, como por ejemplo, en fabricación auxiliar del automóvil, en la producción de productos de consumo, etc.

Sus ventajas son:

- Minimización de elementos no productivos: esperas de trabajadores, materiales en proceso, etc.
- Mayores índices de calidad debido a los menores tamaños de lote
- Mínimos tiempos de puesta a punto y cambio de referencia
- Máxima utilización de la mano de obra
- Conciencia de equipo de los trabajadores

Se trata de un sistema de organización en planta especialmente adecuado para grandes tiradas de pocos modelos de productos.

3.6 PLANIFICACIÓN SISTEMÁTICA DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA (MÉTODO SLP)

El **Systematic Layout Planning** es un proceso organizado para la realización de distribuciones en planta. Seguir un método establecido facilita al responsable de la organización de la planta la tarea de realizar el análisis previo del proceso y el posterior diseño de la implantación. Para su desarrollo se estudian los cinco elementos básicos implicados en una distribución en planta:

- **Productos (P):** Engloba las materias primas, materiales de compra, artículos semielaborados o terminados, clasificados en artículos, modelos, grupos o subgrupos atendiendo a su variedad, especialización, tipo, etc.
- **Cantidades (Q):** La cuantificación de los productos empleados, valorándolos de la forma representativa para el estudio en unidades, peso, volumen, valor, etc. Dado que se está haciendo un análisis técnico, se preferirán las medidas por unidades físicas más que por valor económico.
- **Recorridos (R):** Estudia el conjunto de operaciones o manipulaciones que sufren los productos y el orden en el que son procesados.
- **Servicios (S):** Además del proceso productivo principal, existe toda una serie de procesos auxi-

liares necesarios para el desarrollo de la actividad, y para los que es preciso que se prevea un espacio físico.

Se consideran servicios a mantenimiento, reparaciones, utillaje, servicios sanitarios, vestuarios, comedores y zonas de descanso, oficinas de producción, muelles de carga y descarga, almacenes, laboratorios, etc.

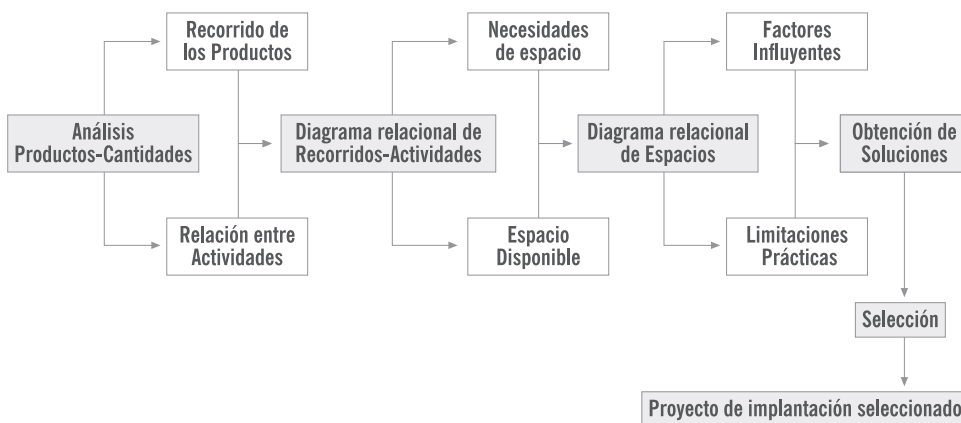
En determinadas condiciones, los servicios auxiliares pueden tener más entidad que el propio proceso productivo. Por ejemplo, en empresas de logística, de análisis y control de calidad, etc.

- **Tiempo (T):** Que vendrá determinado por el tiempo de ciclo del sistema, o por lo especificado en los planes de fabricación de la empresa. El tiempo es una variable definida por la estrategia de la empresa ya que viene definido por la planificación de la producción, de las necesidades de servicio al cliente y de la política de stocks (de materia prima y de material terminado) de la empresa.

Posteriormente, se van a combinar las relaciones entre los cinco elementos antes dichos para buscar la optimización de la distribución en planta.

Gráficamente, las fases que se siguen para la implantación de un SLP son las siguientes:

Ilustración 1: FASES DEL SLP



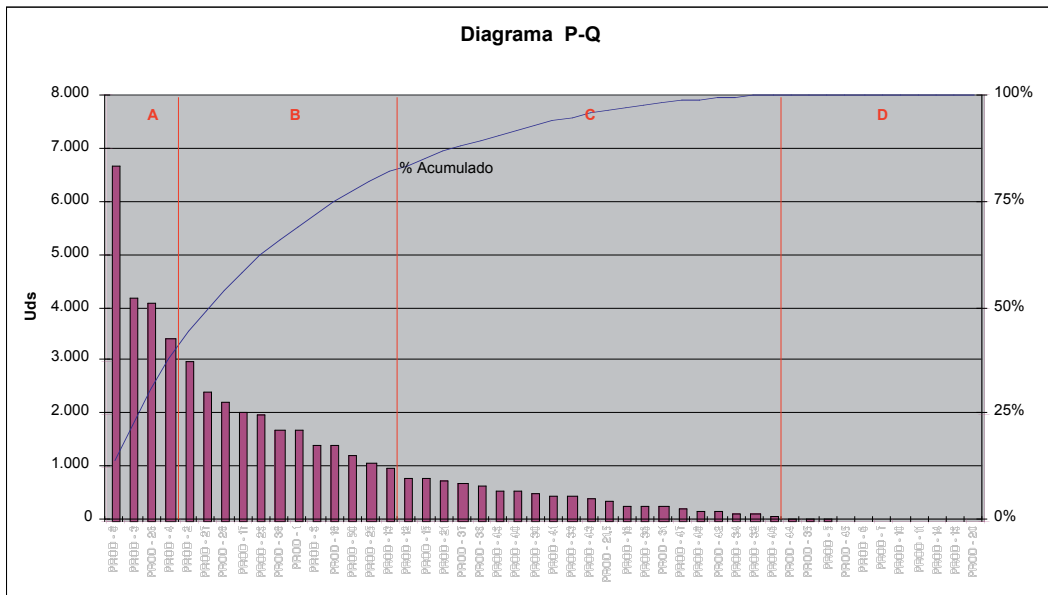
b) Análisis ABC

La línea de % Acumulado va a servir para hacer el llamado Análisis ABC de los productos de la gama.

El Análisis ABC consiste en clasificar las referencias del catálogo según su nivel de ventas en:

- **A:** Productos de gran venta
- **B:** Productos vendidos habitualmente aunque no tan profusamente
- **C:** Productos de bajo nivel de pedidos
- **D:** Productos que rara vez se venden. Esta categoría no siempre existe. Aquí se agruparían aquellos productos prácticamente descatalogados o los que existen en catálogo pero que carecen de demanda

Ilustración 3: CLASIFICACIÓN ABC



c) Agrupación en gamas

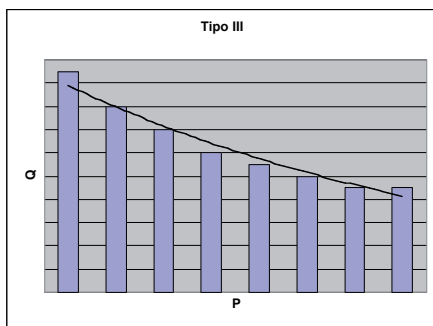
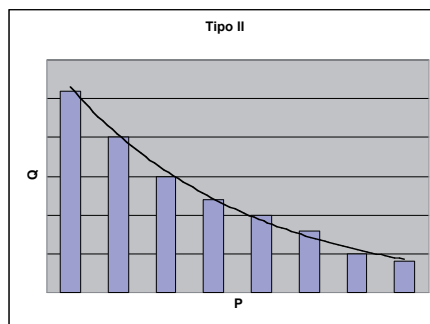
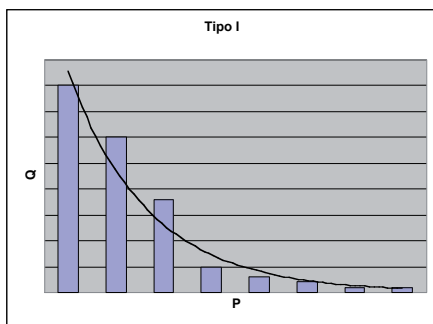
Llegado este momento y con el objetivo de simplificar el análisis, es recomendable **agrupar en gamas** los distintos modelos producidos basándose en la similitud de los procesos, para lo que se deberá tener en cuenta:

- Naturaleza, dimensión, peso y forma
- Materias primas
- Proceso

- Maquinaria y equipos utilizados
- Calidad
- Riesgo, valor
- Tipo de energía
- Servicios anexos

Se obtiene una nueva gráfica que facilita la información de la dispersión que hay entre los distintos tipos de distribución de pedidos:

Ilustración 4: TIPOS DE DIAGRAMAS P-Q



Si la curva tiene gran pendiente (**Tipo-I**), es aconsejable que se haga una división entre los tipos de productos, planteándose soluciones distintas para las gamas de productos de mayor demanda y las gamas de menor demanda. Lo más recomendable para gamas de gran demanda es el uso de producción por producto (**en línea o célula de producción**). Si la curva es de tipo más plano (**Tipo-III**), lo más recomendable es realizar una única distribución en planta en la que se combinen los procesos de producción. Nos estaríamos dirigiendo hacia una **distribución por procesos**. El **Tipo-II** indica que deben considerarse soluciones intermedias.

d) Volumen y rotación

La gráfica Productos-Cantidades (P-Q) proporciona también la información sobre el volumen y rotación de las ventas de los productos o gamas de productos, clasificándolas según sean:

- Gran volumen / Poca variedad / Rápida rotación implican procesos:
 - Alto grado de mecanización
 - Uso de maquinaria especial
 - Inversiones importantes en material de mantenimiento (transporte interno)
- Poca volumen / Gran variedad / Lenta rotación, que suelen caracterizarse por:
 - Trabajo manual
 - Maquinaria tipo universal
 - Menores inversiones en mantenimiento

e) Estacionalidad de la producción

Otro de los elementos a tener en cuenta es la posible estacionalidad de la producción: aquellos casos en los que la producción de determinadas referencias se centra en una época corta durante la que un producto clasificado como B o C puede llegar a ser A. Es el caso que ocurre en productos de gran concentración de la demanda: productos navideños, ropa de baño,

alimentos tomados únicamente en determinadas festividades, suministros escolares, etc.

3.6.2 RECORRIDO DE LOS PRODUCTOS (R)

En la definición del recorrido de los productos se debe reflejar la secuencia en la que se realizan las operaciones necesarias para completar el proceso.

El estudio del tráfico de materias primas, productos semielaborados y productos terminados es un factor de máxima importancia en los casos que:

- Los movimientos de materiales suponen una parte económicamente importante del proceso
- Se trabaja con productos de gran tamaño o peso, que dificultan técnicamente su movimiento
- En general será así cuando los costes de manutención (transporte interno) sean elevados por cualquier causa

Si se ha tomado la decisión de hacer una distribución en planta por líneas de producto, entonces el análisis del recorrido es una de las partes más importantes del estudio por la inversión que va a requerir el transporte interno.

En general, en cada etapa del recorrido los se deberá examinar si es posible realizar cualquiera de las siguientes acciones:

- **Eliminar:** Hay que preguntarse si cada una de las operaciones es realmente necesaria o por el contrario es prescindible. Por ejemplo, el caso de embalar para volver a desembalar, realizar controles de calidad redundantes, documentar información que después no tiene un uso definido, etc.
- **Combinar:** Estudiar si se pueden fusionar dos o más operaciones en una sola. Un ejemplo típico es el uso del autocontrol: la misma persona que realiza una tarea dispone de los medios de control de calidad necesarios, eliminando una segunda tarea.
- **Cambiar:** En todos los casos hay que plantearse la posibilidad de alternar el orden de las operaciones, los lugares de realizarlas, las personas, etc.
- **Mejora:** Considerar si es posible mejorar los métodos, herramientas, equipos, etc. utilizados (usan-

do herramientas neumáticas/eléctricas, equipos programables, etc).

El principio que define un buen recorrido es el menor coste de explotación (inversiones + gastos + sueldos) y la inexistencia de retornos o cruces en el flujo de los materiales.

Existen varios tipos de estudio de los procesos, que se aplicarán según el tipo de productos que fabrica la empresa según el ABC obtenido en el análisis de productos y cantidades:

- **Tipo A:** Lo más adecuado es un Diagrama de Recorrido Sencillo puesto que se trata de pocas referencias distintas o muy estandarizadas.
- **Tipo B:** Al trabajar con mayor variedad de productos lo indicado es el uso de un Diagrama Multiproductos.
- **Tipo C:** Para poder acometer el estudio de una variedad de productos tan alta, se puede hacer una agrupación para después tratarlos como el Tipo B.
- **Tipo D:** En este caso se recomienda el estudio según una Tabla Matricial.

En el estudio de los diferentes estudios, deben identificarse las diferentes actividades que se realizan en el proceso productivo. Para ello se puede emplear la simbología recogida en la siguiente tabla:

Tabla 1: SÍMBOLOS DE LAS ACTIVIDADES

Símbolo	Descripción
●	Operación de producción
➔	Actividades de transporte: recepción, expedición, carga, etc.
▼	Almacenaje
■	Control
⤵	Servicios: mantenimiento, servicios para el personal, etc.
⬆	Sectores de administración (fuera de la parte productiva o unidos)
⦿	Espera: almacenes intermedios, paradas, etc.

a) Diagrama de Recorrido Sencillo

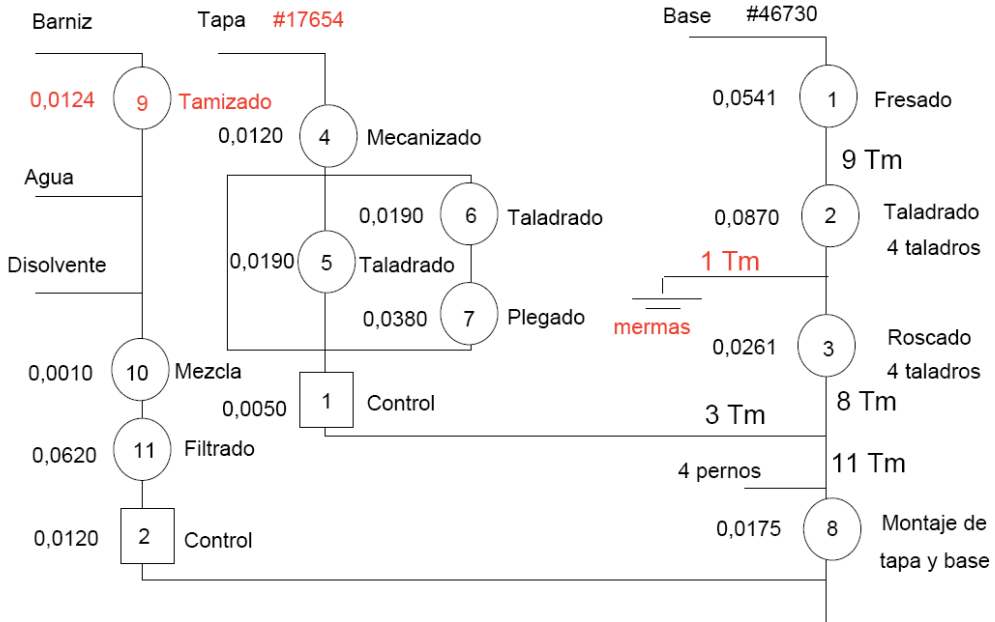
Para la realización de este diagrama se deberá empezar por las referencias más importantes por su volumen de producción o por cualquier otro criterio que se decida (fragilidad, limitación técnica, etc).

- Se indicará por orden cronológico cada una de las operaciones que se realizan al producto según la Tabla 1: Símbolos de las actividades, numerando cada una de las fases y dibujándolas de arriba abajo.
- Deberá indicarse la entrada de materiales al proceso.

- Se reflejarán los retornos de desperdicios y mermas.
- En el diagrama se recogerán los procesos de cada uno de los subcomponentes hasta llegar a la unión de todos ellos.
- Se debe indicar la intensidad del recorrido y la amplitud de los desplazamientos por la izquierda y las descripciones por la derecha.

Se muestra como ejemplo el siguiente diagrama de recorrido de un proceso:

Ilustración 5: DIAGRAMA DE RECORRIDO SENCILLO



La información complementaria sobre el diagrama del proceso, se recopilará sobre una tabla adjunta como la que se indica a continuación.

En dicha tabla se recogen las distancias de recorrido, las unidades que hacen esa parte del proceso (ya que no todas las unidades deben completar todos los procesos), el número de trabajadores necesarios en cada proceso y el tiempo empleado.

Tabla 2: FICHA DE DATOS DEL RECORRIDO

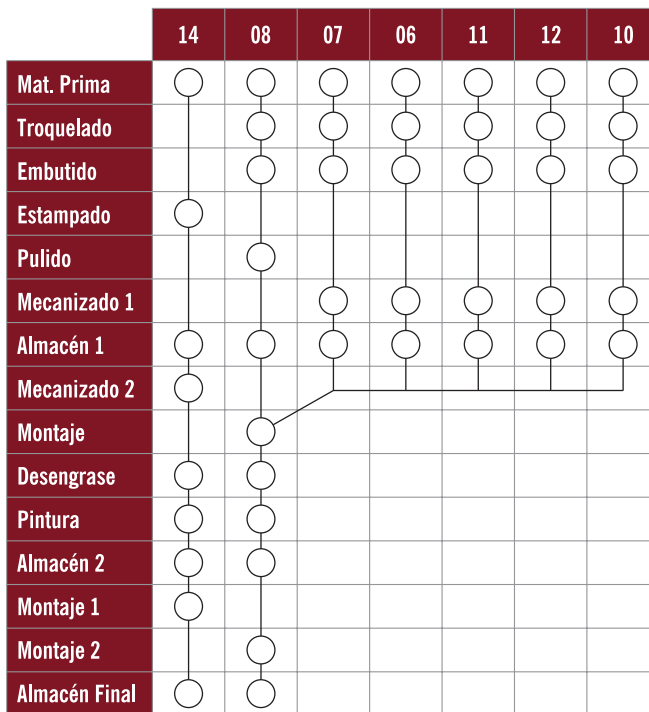
Act	Icono	Descripción	Dist. (m)	Cant. (uds)	Nº trab.	T (seg)
1						
2						
3						
4						

b) Diagrama Multiproducto

Indicado para casos más complejos que el Diagrama

de Recorrido Sencillo, cuando se esté analizando más de seis o siete familias de productos diferentes.

Tabla 3: DIAGRAMA MULTIPRODUCTO



En este análisis de lo que se trata es de obtener un recorrido con el mínimo de retrocesos necesarios y

reunir las operaciones con mayor circulación entre ellas para buscar la economía de movimientos.

c) Tabla Matricial

Es el sistema de análisis recomendable cuando exista una amplia variedad de productos diferentes que comparten algunos procesos, pero que por su naturaleza no pueden ser agrupados en series.

Consiste en una tabla en la que se indican todas las operaciones disponibles en vertical y horizontal, para

luego recoger en cada casilla la intensidad de tráfico por origen y destino.

Hay que notar que los valores por encima de la diagonal principal corresponden a avance en el flujo del proceso, mientras que por debajo son retrocesos que deben ser reducidos siempre que se pueda.

Tabla 4: TABLA MATRICIAL

Destino \ Origen	Control Prod.	Adm. compras	Compras	Mat. prima	Cizalla	Punzonadoras	Prensas	Taladros	Matrices	Pulidoras	Almacén final	Calidad	TOTAL
Control Prod.													0
Adm. compras													0
Compras													0
Mat. prima					198	1	1						200
Cizalla					18	62	98	14	5	40			237
Punzonadoras					11		4		10	30	8		63
Prensas					2		49	36	16	40	20		163
Taladros					5		10	46	2	50	16		129
Matrices					3		1	3	6	8	34		55
Pulidoras								30	16	3	122		171
Almacén final													0
Calidad													0
TOTAL	0	0	0	0	237	63	163	129	55	171	200	0	

También debe observarse que los totales en vertical y horizontal coinciden por el equilibrio en el flujo de

materiales, lo que sirve para comprobar la exactitud de la información.

3.6.3 TABLA RELACIONAL DE ACTIVIDADES

En algunos casos el análisis de recorrido de los productos estudiados en el punto anterior, puede no ser suficiente para el estudio de la distribución en planta.

Si es necesario, se realizará una Tabla Relacional de Actividades donde se pueden integrar los servicios auxiliares. Se recomienda hacerlo en casos como los siguientes:







- Los servicios auxiliares tienen fuerte entidad en el proceso estudiado y, por tanto, deben ser integrados de manera organizada. Por ejemplo, son los servicios de mantenimiento, higiénicos, de seguridad, etc.
- Cuando el transporte de los materiales tenga una importancia insignificante respecto al coste total. Por ejemplo, en la industria de precisión.
- En el estudio de distribuciones en planta de servicios (oficinas, talleres de reparación o mantenimiento, etc.) en las que no existe ningún movimiento de materiales o es muy reducido.

En la tabla relacional se reflejan las actividades y su relación mutua con el objetivo de evaluar la importancia de la proximidad entre cada dos. Además tiene la ventaja de permitir el estudio de todas las actividades auxiliares y no únicamente las de transformación/producción. Para su construcción se indican los motivos por los que dos actividades deban estar cerca, que por ejemplo pueden ser las siguientes:

1. Utilizan la misma información
2. Comparten mismo personal
3. Comparten el mismo espacio
4. Necesidad de comunicación personal
5. Necesidad de comunicación a través de documentos
6. Secuencia del flujo de trabajo
7. Realizan un trabajo similar
8. Molestias y/o peligros

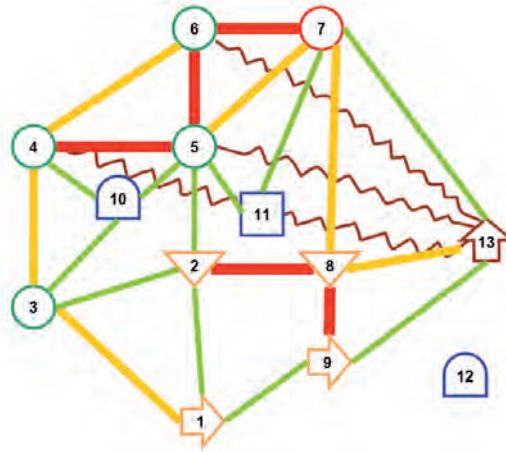
Asimismo, se valorará la necesidad de la cercanía entre procesos mediante la codificación siguiente:

Tabla 5: CUANTIFICACIÓN DE PROXIMIDAD ENTRE ACTIVIDADES

Valor	Proximidad	Color
A	Absolutamente necesaria	
E	Especialmente importante	
I	Importante	
O	Ordinaria	
U	Sin importancia	
X	No deseable	
XX	Altamente indeseable	

El resultado será una tabla similar a la que a continuación se refleja:

Ilustración 6: DIAGRAMA RELACIONAL DE RECORRIDOS Y ACTIVIDADES



3.6.5 NECESIDADES DE ESPACIO

Una vez conocidos los recorridos que realizan los productos y la relación entre las actividades, llega el momento de estudiar el espacio necesario para cada actividad.

Si ya se conoce el espacio que es necesario en cada una de las operaciones, es posible realizar una extrapolación de los resultados. En caso contrario, se puede utilizar el siguiente método de cálculo:

a) Determinación de espacios

Para determinar el espacio total (S_t) necesario para una actividad, se debe tener en cuenta los siguientes componentes:

- **Espacio estático (S_s)**, definido por el área ocupada por las máquinas e instalaciones.
- **Espacio geométrico (S_g)**: El necesario para acceder a la máquina o proceso tanto por los operarios como por parte de los materiales. Será función del número de lados del proceso que deben ser accesibles.
- **Espacio de evolución (S_e)**: Que será mayor o menor según el tipo de proceso. Su valor es $S_e = K (S_s + S_g)$, siendo K:

Tabla 7: COEFICIENTE K DE OCUPACIÓN

Tipo de industria	Valor K
Gran industria, manutención con puente grúa	0,05 a 0,15
Trabajo en cadena, transportador mecánico	0,10 a 0,25
Industria textil hilado, industria cerámica	0,05 a 0,25
Industria textil tejido, mueble, juguete	0,50 a 1,00
Industria electrónica	0,75 a 1,00
Industria de componentes mecánicos	1,50 a 3,00

Se aplicará este método para calcular independientemente el espacio necesario para cada una de las actividades implicadas en la distribución en planta.

b) Ficha descriptiva de las actividades

Para cada una de las actividades se habrá recopilado gran cantidad de información: superficie necesaria, número de trabajadores implicados, número de máquinas utilizadas, espacio necesario para almacenamientos, etc.

Es recomendable que con toda la información relevante se haga una ficha descriptiva incluyendo, por ejemplo, los siguientes parámetros:

1. **Descripción:** Nombre, unidades, etc.
2. **Exigencias de espacio:** Superficie, altura, incluso un dibujo a escala si se considera.
3. **Exigencias constructivas:** Aquellas que puedan ser relevantes (peso, necesidades para el paso de la instalación de la maquinaria, cimentación, elementos especiales que requiera, etc).
4. **Exigencias ambientales:** Temperatura, humedad, renovación de aire, aislamiento acústico, iluminación, etc.
5. **Exigencias de seguridad y control:** de incendios y otras.
6. **Elementos de mantenimiento:** tipo, cantidad, entrada, salida, zona de ubicación, etc.
7. **Productos en tránsito y/u operación:** cantidad, volumen y espacio necesario, etc.
8. **Operarios:** Número, cualificación, turnos, etc.
9. **Consumos necesarios:** Aire comprimido, potencia eléctrica monofásica/trifásica, refrigeración, gases (CO₂, oxígeno, argón), combustibles (gas natural, butano, fuel).
10. **Residuos:** sólidos, líquidos y gases. Sistema de evacuación y tratamiento.
11. **Información:** conexión informática, fibra óptica, teléfono, etc.

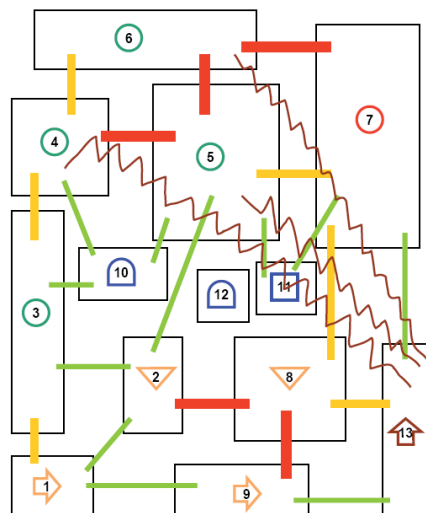
Ilustración 7: FICHA DESCRIPTIVA DE ACTIVIDADES

Descripción	Espacio (m ²)	Temp. (°C)	Elementos mantenc.	Material proceso	Residuos
Almacén no perecederos	25	-	Estantes	-	-
Almacén congelados	22	-22°C	Estantes	-	-
Almacén Refrigerados	12	4°C	Estantes	-	-
Producción	24	10°C	12 uds	12	SÍ
Almacén semielaborado	5	4°C	3 uds	3	-
Hornos	20	-	2 uds	2	-
Almacén final	30	4°C	Estantes	-	-
Oficinas y vestuarios	90	24°C	-	-	-

3.6.6 DIAGRAMA RELACIONAL DE ESPACIOS

Se obtiene representando gráficamente a escala los espacios necesarios para cada una de las operaciones implicadas sobre el Diagrama relacional de recorridos y actividades.

Ilustración 8: DIAGRAMA RELACIONAL DE ESPACIOS



3.6.7 FACTORES INFLUYENTES

La solución final deberá tener en cuenta todos los condicionantes reales y las limitaciones prácticas. En el diseño de una distribución en planta, los principales factores derivan de los siguientes elementos:

- Productos y materias primas
- Maquinaria y equipos
- Manutención (transporte interno): movimientos y esperas
- Personal, servicios y edificios

En todo proceso industrial se pueden distinguir los **medios principales de producción** (que ya han sido estudiados en los puntos anteriores) y los **medios auxiliares** que son las instalaciones, los sistemas

de manutención y los edificios. Se engloban en la definición de medios auxiliares todos aquellos medios de producción que estando fuera de la línea del proceso principal, son necesarios para que se lleve a cabo. Por ejemplo, se trataría de las instalaciones auxiliares de generación (centro de transformación eléctrica, compresor de aire, generador de vapor, depuración de aguas, etc).

Entre los servicios generales de fabricación, pueden considerarse las oficinas, laboratorios, almacenes y talleres auxiliares. También deben considerarse los servicios sociales: comedores, servicios de higiene, servicios sanitarios, etc.

- **Oficinas:** Ofrecen el soporte administrativo a la dirección y a los diversos departamentos de la

empresa, agrupando en general todos los servicios no directamente relacionados con la planta de producción.

Pueden ubicarse de forma centralizada o dispersa por departamentos. La optimización de la disposición puede hacerse de la misma forma que en el caso de una distribución en planta: siguiendo el criterio de los flujos de circulación y las áreas de trabajo comunes.

- **Laboratorios:** Es habitual disponer de laboratorios para ensayar productos o como apoyo del control de calidad. Lo recomendable es que los laboratorios de ensayo estén cerca de la producción que deben ensayar. Por el contrario, los laboratorios de investigación precisan de mayor tranquilidad y silencio, por lo que es preferible ubicarlos en la zona de oficinas.
- **Almacenes:** En ellos se encuentran los inventarios de materia prima, producto semielaborado o terminado, así como de útiles de fabricación, recambios, etc. Pueden estar ubicados al aire libre, bajo techado, cerrados o en ambientes especiales (como, por ejemplo, refrigerados).

Los nuevos enfoques de planificación de la producción intentan reducir los tamaños de los almacenes al mínimo, siempre evitando roturas en el proceso de producción.
- **Talleres y servicios auxiliares:** Es deseable que los talleres de mantenimiento se encuentren lo más cerca posible del proceso al que den servicio, estando localizados en el centro del proceso para disminuir las distancias y facilitar la comunicación.
- **Sistemas de manutención:** Los más frecuentes son las cintas transportadoras o transportadores de rodillos, tuberías a presión, puentes-grúa, sistemas *transfer* y el movimiento con carretillas elevadoras.
- **Edificios:** Los edificios disponibles van a limitar en gran medida la solución obtenida. En procesos industriales, lo más habitual son las naves de una

sola altura, mientras que en oficinas e industria ligera se pueden utilizar edificios en altura.

- **Otros factores:** Ciertos factores pueden tener gran influencia en la solución obtenida, como por ejemplo, los sistemas de distribución eléctrica disponibles, la ventilación o aire acondicionado, sistemas de iluminación, sistemas de seguridad contra incendios o contra robos, el manejo de los residuos, etc.

3.6.8 OBTENCIÓN DE SOLUCIONES

a) Elementos de la distribución en planta

El siguiente resumen recoge los elementos de una planta industrial que necesitan ser considerados en el diseño de una distribución en planta:

Medios principales de producción

- Operarios
- Maquinaria
- Materiales

Medios auxiliares de producción

- Servicios generales de fabricación:
 - Oficinas
 - Laboratorios
 - Almacenes
 - Talleres auxiliares
- Unidades auxiliares:
 - Generadores
 - Transformadores de energía
 - Depuradoras
 - Tratamiento de residuos
 - Aire
 - Vapor
 - Agua
 - Otros
- Servicios sociales:
 - Comedores
 - Seguridad e higiene
 - Servicios sanitarios

Instalaciones
Manutención
Edificaciones
Otros factores

b) Principios básicos de la distribución en planta

Llegado este momento, es importante recordar el punto 3.2. *Principios básicos de la distribución en planta*:

- Integración
- Mínima distancia recorrida
- Flujo de materiales
- Volumen ocupado
- Recursos Humanos
- Flexibilidad

c) Elaboración de las posibles soluciones

Partiendo de toda la información ya recogida del proceso en estudio, y que se resume en las fichas descriptivas de las actividades, diagrama relacional de espacios y los factores influyentes, se pueden realizar varias soluciones para su posterior evaluación. Dependiendo de los medios y conocimientos disponibles se pueden utilizar incluso maquetas, diseños informáticos en 3D o simuladores informáticos de planta. Si no se dispone de herramientas de tal sofisticación, es posible realizar los diseños mediante recortes en papel a escala de los espacios necesarios para cada actividad, de forma que se estudie el mejor cumplimiento de los requerimientos previos de minimización de recorridos y optimización de los espacios.

Una forma para la reducción de los recorridos de materiales que además facilita la comunicación entre los trabajadores y su control por parte de encargados es realizar una **distribución en forma de "U"**, donde el inicio y el final del proceso se realizan en la misma zona. Esta forma de realizar el diseño de la distribución puede ser el punto de inicio para posteriores combinaciones. Como los espacios no encajarán perfectamente entre sí, es importante tener cierta flexibilidad en aquellas tareas que puedan adaptarse a las formas disponibles, como, por ejemplo, compartiendo pasillos de acceso o de mantenimiento, adaptando los almacenes a la forma disponible, etc.

d) Elección de la distribución definitiva

Una vez realizadas varias posibles soluciones llega el momento de seleccionar la distribución definitiva.

Para ello se puede hacer una **selección multicriterio**, consistente en valorar cada una de las soluciones propuestas desde el punto de vista de varios criterios. Se describen los pasos de la operación:

1. Elección de los **factores considerados significativos para la valoración**. Se propone el siguiente listado para que se elijan aquellos que se consideren más adecuados para cada caso:
 - Facilidad de futura expansión
 - Adaptabilidad ante los cambios
 - Flexibilidad del planteamiento
 - Eficiencia del recorrido de los productos
 - Eficiencia del transporte interno
 - Utilización de la mano de obra
 - Eficiencia del almacenaje
 - Utilización de la superficie
 - Seguridad
 - Ergonomía
 - Facilidad de supervisión y control
 - Imagen y prestigio
 - Influencia en la calidad
 - Problemas de conservación
 - Adaptación a la estructura general de la empresa
 - Utilización de los equipos
 - Rentabilidad
 - Inversión necesaria
 - Capacidad suplementaria de fabricación
 - Tiempo de adaptación a la demanda
2. Una vez escogido el listado de los factores de evaluación, **se ponderará el porcentaje que cada uno de los factores supone sobre el total**.
3. **Puntuar cada una de las soluciones propuestas** según cada factor de evaluación de 0 a 10 y recogerlo en una tabla.
4. Combinar el peso que tiene cada una de las puntuaciones según lo expresado en el punto 2 para ver cuál o **cuáles son las soluciones mejor puntuadas**.
5. **Revisar el resultado y tomar la decisión**.

Por ejemplo:

Tabla 8: EJEMPLO DE DECISIÓN MULTICRITERIO

	Peso	Solución A	Solución B	Solución C	Solución D
Facilidad expansión	20%	10	8	5	0
Recorrido productos	15%	5	5	10	8
Eficiencia almacenaje	25%	5	8	8	8
Inversión	40%	3	5	5	10
VALORACIÓN		5,2	6,35	6,5	7,2

La valoración se obtiene de la siguiente forma, para la Solución A:

$$\text{Valoración } A = 10 \times \frac{20}{100} + 5 \times \frac{15}{100} + 5 \times \frac{25}{100} + 3 \times \frac{40}{100} = 5,2$$

Obteniéndose que, según los criterios utilizados, la mejor solución es la D.

El último paso debe ser revisar si los criterios utilizados han sido acertados y elegir la mejor solución.

04 CASO PRÁCTICO



Una empresa del sector alimentario de transformación pretende optimizar la distribución en planta de sus instalaciones.

Su proceso de fabricación consiste en la compra de productos perecederos de rápida caducidad (15 días) para su manipulación, horneado (para lo que dispone de dos hornos), preparación y envasado. También acopia algunos productos primas congelados, y en ese caso la conservación es de meses.

Las materias primas congeladas tienen además la ventaja de tener un valor casi constante durante todo el año, porque se pueden hacer tantos acopios como se desee sin que se resientan los costes de compra.

Sus productos una vez horneados tienen un mayor tiempo de conservación, pero deben ser expedidos rápidamente para evitar que se acerque su fecha de caducidad (puesto que se deprecian o incluso son rechazados por los mayoristas cuando esto ocurre).

Estudio de los procesos. Diagramas

Se pueden agrupar los productos elaborados en dos procesos según si la materia prima que se recibe es refrigerada (A) o congelada (B).

La producción de la empresa se divide en:

- 70% de productos tipo A
- 30% de productos tipo B

Dimensionado de almacenes

Según el proceso de la empresa, el cuello de botella del proceso es su actividad de horneado, que dura 8 horas. Dado que la empresa dispone de 2 hornos, es posible realizar:

- Trabajando a 1 turno: 2 hornadas/día
- Trabajando a 2 turnos: 6 hornadas/día, excepto los viernes que se reduce a 4 hornadas/día, así que el promedio es de **5,6 hornadas/día**. (Dado que los hornos son automáticos, pueden trabajar durante la noche siendo descargados por la mañana)

Para lograr estas capacidades de producción, se puede incrementar la mano de obra del resto de tareas según necesidad. También es necesario disponer de almacenes de productos semielaborados indicados en los diagramas de procesos.

Se considera suficiente poder dimensionar las instalaciones para llegar hasta un **150% de la capacidad** de los dos hornos con dos turnos, dejando así la posibilidad de poder ampliar la empresa con un tercer horno en caso de ser necesario.

Suponiendo que se va a mantener la distribución de **70%-30%** entre los dos procesos y con **220 días** laborables al año, la capacidad de producción que se debe prever es la siguiente:

- **Proceso A:**

$$\frac{70}{100} \times \frac{150}{100} \times 5,6 \times 220 = 1.294 \text{ hornadas/año}$$
- **Proceso B:**

$$\frac{30}{100} \times \frac{150}{100} \times 5,6 \times 220 = 554 \text{ hornadas/año}$$

Siendo un total de 1.848 hornadas anuales.

El stock de materia prima es el siguiente:

- **Proceso A:**
 2 semanas = 10 días laborables (límite de caducidad) a 300 kg/hornada:
 10 días x 5,6 hornadas/día x 300 kg/horn. =
 = **16.800 kg**

- **Proceso B:**
 2 meses (= 40 días laborables) a 150 kg/hornada:
 40 días x 5,6 hornadas/día x 150 kg/hornada =
 = **33.600 kg**

Admitiendo que la capacidad media de un 'pallet' es de 500 kg, las necesidades de almacenamiento van a verse satisfechas con:

- **Proceso A:** $\frac{16.800}{500} = 33 \text{ pallet}$
- **Proceso B:** $\frac{33.600}{500} = 67 \text{ pallet}$

Un 'EUROPallet' tiene una base de 800 x 1.200 mm, y una altura variable (admitiremos que de aproximadamente 1.500 mm). Así que los 'pallet' suponen:

- **Proceso A:** $33 \times \frac{800}{1000} \times \frac{1200}{1000} = 32 \text{ m}^2$
- **Proceso B:** $67 \times \frac{800}{1000} \times \frac{1200}{1000} = 65 \text{ m}^2$

Que evidentemente se pueden colocar sobre estanterías en tres alturas, ocupando 1/3 de las superficies: 12 m² y 22 m².

Movimientos de materiales y personas

Las características de la manipulación de esta empresa hace que sea posible mover cada hornada en un carro de aproximadamente 1,5 x 1,5 m. Si se considera el máximo de **5,6 hornadas/día** y que cada hornada pasa por **9 operaciones** (10 en caso de ser congelado), los movimientos de carros en dos turnos serán de:

$5,6 \times 9 = 50,4$ movimientos, equivalentes a **25 movimientos/turno**.

Se utilizan carros con ruedas para la manutención y pequeñas distancias, por lo que la carga de trabajo de mover los carros va a ser muy reducida. Las personas tienen que trabajar sobre las diferentes actividades realizadas sobre el producto, por lo que sus movimientos van a ser reducidos. Se trata de una distribución en planta caracterizada por el **movimiento de las mercancías sobre puestos fijos**.

ANÁLISIS SLP

Análisis P-Q (Productos-Cantidades)

Después de haber realizado la agrupación de la gama de productos se simplifica a una distribución de 70% proceso A y 30% proceso B. El diagrama de P-Q según lo indicado en la Ilustración 4: Tipos de diagramas P-Q, corresponde al Tipo-III, así que lo recomendable es que se realice una **distribución por procesos**.

Otra información relevante es que se trata de una fabricación en la que existe poco volumen/gran variedad/lenta rotación: nos encontramos con un sistema

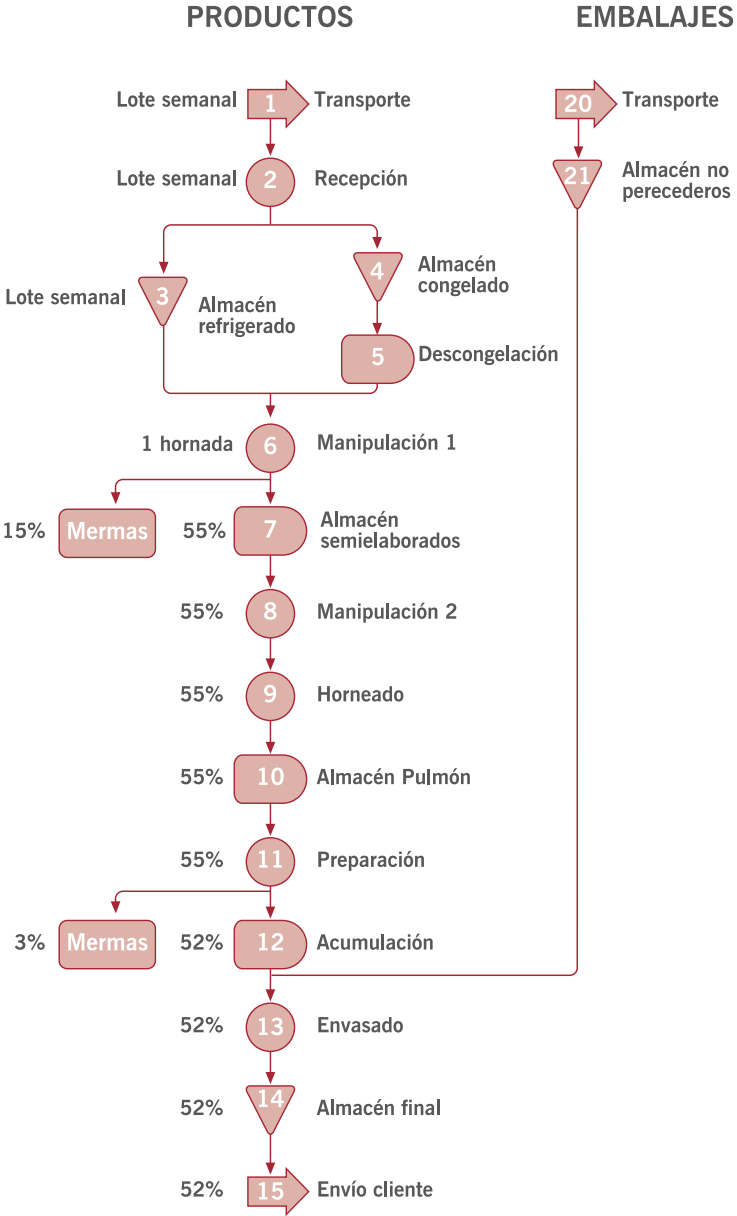
que utiliza **maquinaria polivalente, trabajo manual** (principalmente) y **bajas inversiones en mantenimiento**. (Ver punto 3.6.1.-c) *Volumen y rotación*).

Recorrido de los productos (R)

El estudio de los recorridos de los productos viene definido en los diagramas de flujo reflejados al inicio del ejercicio donde ya se han eliminado todos los pasos intermedios posibles. En el punto de **movimiento de materiales y personas** se ha calculado un máximo de 25 desplazamientos/turno, utilizando carros con ruedas que transportan toda una hornada.

Act	Icono	Descripción	Dist. (m)	Cant. (hornadas)	Nº trab.	T (h)
1	Transp.	Transporte desde el proveedor de los materiales	-	25	0	-
2	OP	Recepción de los materiales	5	25	1	2
3	ALM	Almacenamiento de productos refrigerados	-	16,5	0	84
4	ALM	Almacenamiento de productos congelados	-	8,5	0	1000
5	Espera	Tiempo de espera por descongelación	5	0,30	0	24
6	OP	Operación manual de manipulación 1	10	1	5	4
7	Espera	Tiempo de espera necesario para el proceso	5	1	0	8
8	OP	Operación manual de manipulación 2	5	1	4	3,5
9	OP	Operación de horneado	8	1	0	8
10	Espera	Almacenamiento en espera de sig. operación	5	1	0	4
11	OP	Operación manual de preparación	5	1	3	2,5
12	Espera	Acumulación en espera sig. operación	0	1	0	0,5
13	OP	Operación manual de envasado	0	1	3	3
14	ALM	Almacén de producto terminado	12	1	0	84
15	Transp.	Transporte a cliente	-	0,10	1	-
16	Transp.	Transporte de materia prima desde proveedor	-	100	0	-
17	ALM	Almacenamiento de envases	15	100	0	-

Siendo el diagrama de recorrido sencillo el siguiente:



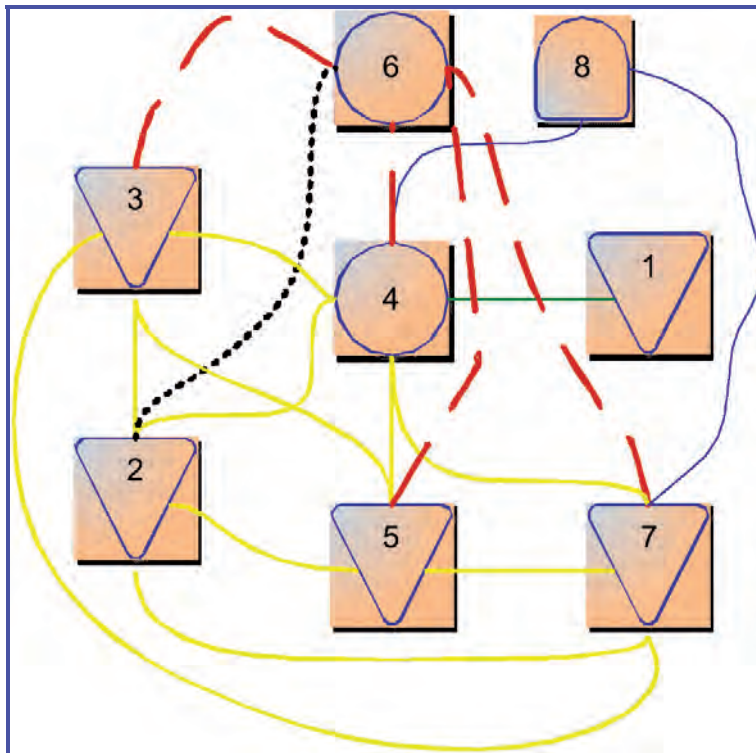
Las causas de las relaciones son las siguientes:

1. Utilizan la misma información
2. Comparten mismo personal
3. Comparten el mismo espacio
4. Necesidad de comunicación personal
5. Necesidad de comunicación a través de documentos

6. Secuencia del flujo de trabajo
7. Realizan un trabajo similar
8. Molestias y/o peligros
9. Aislamiento térmico

Diagrama relacional de recorridos-actividades

Se puede plasmar la tabla anterior el diagrama siguiente:



Necesidades de espacio

Basándose en la experiencia y en los cálculos, es necesario hacer una suposición de los **espacios necesarios para cada una de las actividades** antes identificadas: Para el cálculo del **coeficiente de ocupación (K)** se ve que no existe una actividad que encaje exactamente con la que está en estudio, pero por similitud y siguiendo un criterio

conservador, se puede elegir el mismo que la **industria de componentes mecánicos** por ser también un proceso con movimientos continuos por el taller. Tenemos un K entre 1,50 y 3,00. Para los almacenes $K=2$.

Las necesidades de cada operación se reflejan en la siguiente tabla:

Descripción	Espacio (m ²)	K	Espacio m ²	Temp. (°C)	Elementos manutenc.	Material en proc.	Residuos
① Almacén no perecederos	25 *	2	50	-	Estantes	-	-
② Almacén congelados	22 ¹	2	44	-22°C	Estantes	-	-
③ Almacén refrigerados	12 ¹	2	24	4°C	Estantes	-	-
④ Producción	24 ²	3	72	10°C	12 uds ⁵	12 ⁵	SÍ
⑤ Almacén semielaborado	5 ³	2	10	4°C	3 uds ³	3 ³	-
⑥ Hornos	20 ⁴	1	20	-	2 uds	2	-
⑦ Almacén final	30*	2	60	4°C	Estantes	-	-
⑧ Oficinas y vestuarios	90*	1	90	24°C	-	-	-

*Aproximadamente

¹Según lo calculado en el apartado de dimensionamiento de los almacenes.

²Según el diagrama de recorrido sencillo hay 4 operaciones (manipulación 1 y 2, preparación y envasado). Se suponen 6 m² por cada una, total 24 m².

³Capacidad para 2 ó 3 carros de material.

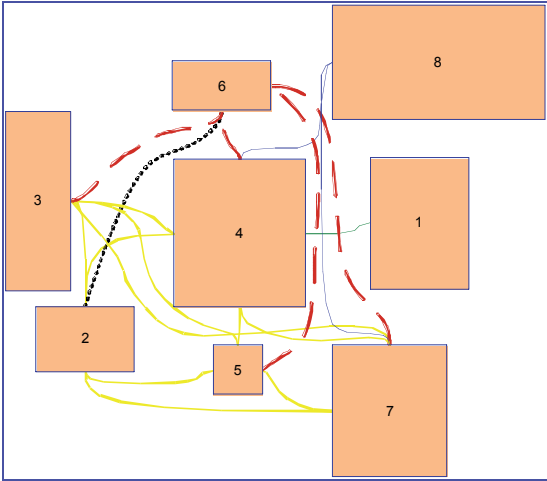
⁴El volumen ocupado por hornos e instalaciones auxiliares son 20 m².

⁵Según el diagrama de recorrido sencillo hay 4 operaciones (manipulación 1 y 2, preparación y envasado) y 3 puntos de espera. Esto significa que debe haber al menos 7 carros en movimiento más uno en preparación y otro en descarga. Como opción conservadora se consideran 12 unidades.

El espacio total necesario es de 370 m² según los cálculos realizados.

Diagrama relacional de espacios

Uniendo la información de las áreas necesarias al **diagrama relacional de recorridos-actividades**, queda el siguiente diagrama:



05

TEST DE COMPROBACIÓN DE CONOCIMIENTOS



5.1 PREGUNTAS

1. Cuál de las siguientes relaciones entre los movimientos de los tres elementos de producción (personal, maquinaria y material) es la correcta:
 - a) Movimiento de material: astillero naval
 - b) Movimiento de maquinaria: industria cerámica
 - c) Movimiento del hombre y la máquina: taller mecánico de reparación
2. ¿A qué tipo de modelo corresponde una planta embotelladora?
 - a) Movimiento del hombre, maquinaria y material
 - b) Movimiento de maquinaria y material
 - c) Movimiento de material
 - d) Movimiento del hombre y el material
3. ¿Cuál es el tipo de distribución en la que las herramientas, la maquinaria, el personal y otras piezas concurren a un lugar determinado?
 - a) Distribución por proceso
 - b) Distribución por producto
 - c) Distribución por sección
 - d) Distribución por posición fija

4. ¿De qué tipo es una distribución por posición fija?
 - a) Aquella en la que las herramientas, la maquinaria, la mano de obra y otras piezas son las que concurren a un lugar determinado
 - b) Aquella en la que todas las operaciones del mismo proceso están agrupadas
 - c) Aquella en la que un tipo de producto se realiza en un área móvil
 - d) Aquella en la que un tipo de producto se realiza en un área, pero el material está en movimiento

5. ¿Qué es una distribución por proceso?
 - a) Aquella en la que las herramientas, la maquinaria y la mano de obra son las que concurren a un lugar determinado
 - b) Aquella en la que todas las operaciones del mismo proceso están agrupadas
 - c) Aquella en la que un producto se realiza en un área móvil
 - d) Aquella en la que un tipo de producto se realiza en un área con el material en movimiento

6. ¿Qué es una distribución por producto?
 - a) Aquella en la que las herramientas, la maquinaria y la mano de obra son las que concurren a un lugar determinado
 - b) Aquella en la que todas las operaciones del mismo proceso están agrupadas
 - c) Aquella en la que un producto se realiza en un área móvil
 - d) Aquella en la que un tipo de producto se realiza en un área con el material en movimiento

7. Dadas las variables productos (P), cantidades (Q), recorrido (R), servicios (S) y tiempo (T), ¿cuál de estos análisis NO es realizado en el sistema SPL?
 - a) P-Q-R: diagrama de recorridos
 - b) P-Q-S: diagrama relacional de actividades
 - c) P-Q: análisis de gama de productos y volumen de producción
 - d) P-Q-T: diagrama relacional de productos, cantidades y tiempos

8. En la determinación de las necesidades de espacios se utiliza un coeficiente "K" ¿qué es lo que se calcula con el mismo?
 - a) La superficie geométrica
 - b) La superficie de evolución
 - c) La superficie total

9. ¿Cuál de los siguientes no es uno de los "factores influyentes"?
 - a) Productos y materias primas
 - b) Manutención (movimientos y esperas)
 - c) Personal, servicios y edificios
 - d) Procesos de producción

5.2. SOLUCIONES

- 1 - c)
- 2 - c)
- 3 - d)
- 4 - a)
- 5 - b)
- 6 - d)
- 7 - d)
- 8 - b)
- 9 - d)



GENERALITAT
VALENCIANA

IMPIVA



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de
Desarrollo Regional

Una manera de hacer Europa

Proyecto cofinanciado por los Fondos FEDER, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2007-2013



UNIÓN EUROPEA
Fondo Social Europeo
El FSE invierte en tu futuro