

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA – BARCELONATECH  
OPE – ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DE EMPRESA (ASPECTOS TÉCNICOS, JURÍDICOS  
Y ECONÓMICOS EN PRODUCCIÓN )

# Sistemas Avanzados de Producción. Enfoques de la Gestión de la Producción

SISTEMAS AVANZADOS DE PRODUCCIÓN 240EO316 – Máster Universitario en Ingeniería de Organización  
(240MUEO) - ETSEIB

Joaquín Bautista Valhondo

OPE-PROTHIUS – OPE-MSc.2016/27 240EO316 (20160215) - <http://futur.upc.edu/OPE> - [www.prothius.com](http://www.prothius.com) -  
Departamento de Organización de Empresas – ETSEIB · UPC



**PROTHIUS**  
Càtedra Organització Industrial

SAP' 16 – Ges\_Pro 0  
J. Bautista

# Contenido

- Producción
- El sistema productivo
- Gestión de producción
- Logística Integral
- Decisiones en los sistemas productivos
- Dirección de operaciones
- Enfoques de la Dirección de operaciones
- Tipología de decisiones en Dirección de operaciones
- Tipología del Sistema de gestión
- Síntesis y crítica



## Concepto de producción

- Producción es la **transformación** de unos bienes y/o servicios en otros bienes y/o servicios.
  - Los últimos son los **productos** y los primeros los **factores** de producción.
  - Motivación: los productos tienen más **utilidad** que los factores
  - Los productos pueden ser **bienes** (manufactura) o **servicios**.
  - En la sociedad post-industrial la producción de servicios ha adquirido una gran relevancia en cuanto a la fuerza de trabajo total empleada.

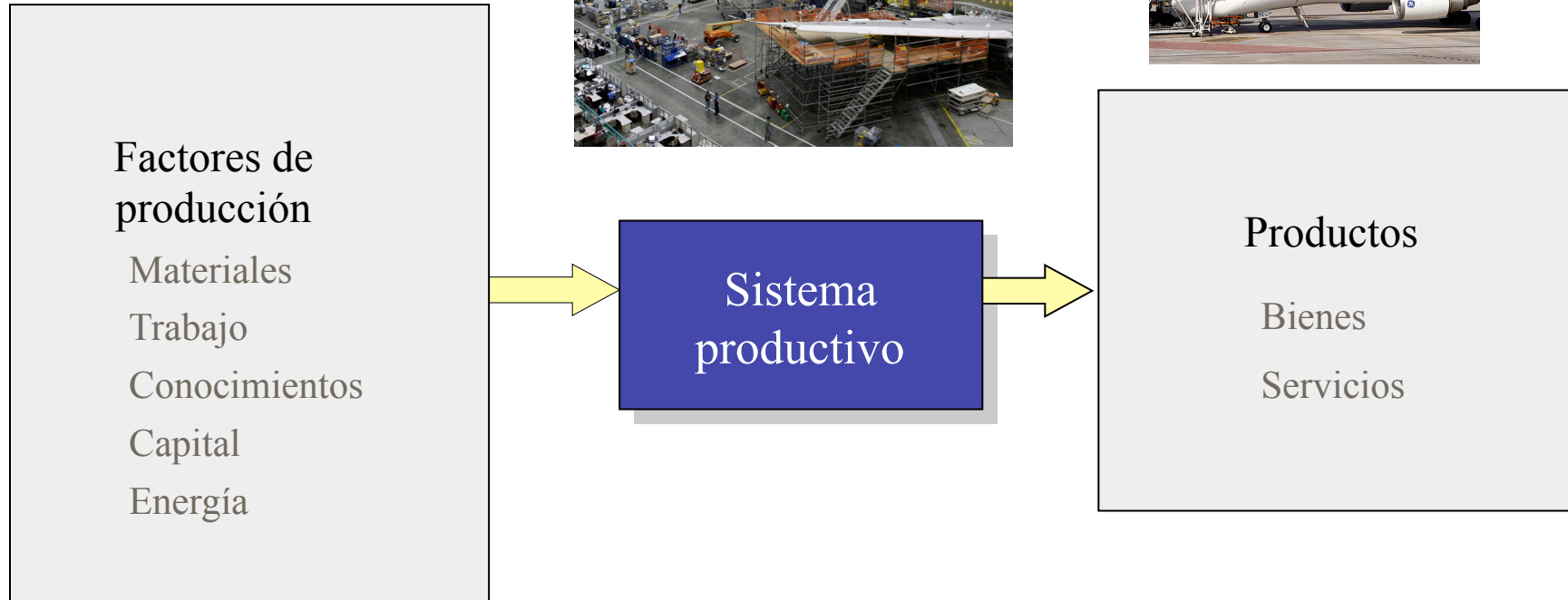
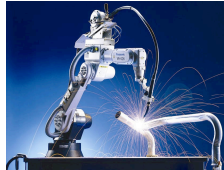


## Concepto de Sistema Productivo

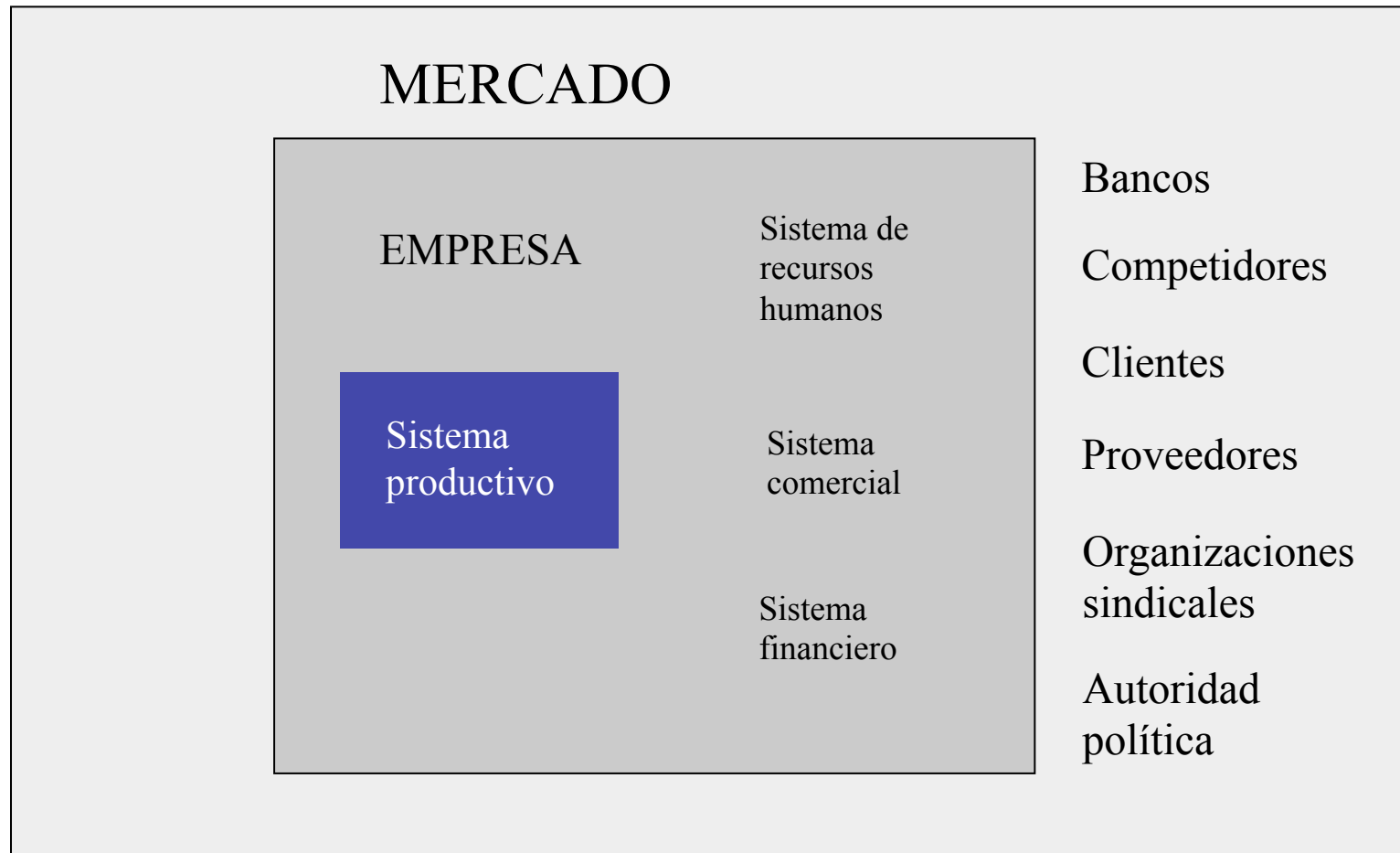
- La transformación se realiza en virtud de un proceso productivo que a partir de unas **entradas** (inputs) proporciona unas **salidas** (outputs).
  - **Sistema Productivo** es el conjunto de elementos materiales y conceptuales que realizan la transformación ("entradas").
  - Las entradas están compuestas por:
    - Trabajo humano
    - Energía
    - Materiales
    - Dinero en parte importante invertido en maquinaria e instalaciones
    - Información: conocimiento tecnológico (*know-how*) y tecnología (ingeniería del producto y de los procesos); conocimiento gestional y de datos sobre la situación del entorno y del sistema productivo.



# Sistema productivo



# Producción, empresa y mercado



## Producción (sentido amplio)

- Tradicionalmente se identifica **producción** con **manufactura**, es decir con producción de bienes consistiendo la transformación de las entradas en salidas en cambio de forma o de atributos; sin embargo el concepto es más general:
  - *... casi todas las actividades (excepto tal vez los actos de destrucción como la guerra y el genocidio) pueden llamarse producción. Por ejemplo, el transporte, que puede llevarse a cabo en dos dominios, espacio y tiempo, es producción. Por tanto podemos agrupar bajo el encabezamiento de producción actividades tan diversas como difusión de noticias, representación de una obra teatral, escritura de un libro y transmisión de electricidad.”*

(Salah E. Elmaghraby: *The Design of Production Systems*)



# Gestión de producción

- Conjunto de actividades, sobre el sistema productivo encargadas de:
  - Diseñar
  - Gobernar
  - Controlar
  
- Piedra angular: ¿qué abarca el sistema productivo?
  - El sistema productivo tradicional comprende el **flujo de materiales** desde el **proveedor** hasta la entrada del almacén de **productos terminados**.





# Orígenes de la Logística

- En los ejércitos romanos existía la figura del **logista**, que era el intendente de abastecimientos.
- En 1837 el general barón Antoine Henri **Jomini** publica su libro "*Précis de l'art de la guerre ou nouveau tableau analytique des principales combinaisons de la strategie, de la grande tactique et de la politique militaire*", entendido en algunos ambientes como una respuesta al tratado de Clausewitz.

**Jomini** define en su libro **la logística como el arte práctico de mover los ejércitos.**

- Posteriormente, en el ámbito militar, se distingue:
  - Estrategia: qué hacer y define planes
  - Táctica: cómo hacerlo y define métodos y reglas
  - Logística: dónde, cuándo y con qué hacerlo y define los medios



## Logística empresarial. Evolución I (60s)

- Se reflejan los conocimientos existentes sobre: gestión de **stocks** y de los **transportes**.
- Aspectos:
  - Ordenar el movimiento de los productos acabados desde el final de la línea de producción hasta el punto de utilización o de consumo.
  - Integra la gestión de stocks, transportes, almacenamiento, acondicionamientos o transformaciones ligeras, etc.
  - La finalidad: aumento de eficiencia en el sistema (no de los elementos).
  - Se prefería, en lugar del nombre logística, gestión de la distribución física ("*physical distribution management*").



# Logística empresarial. Evolución II

- Era de la **gestión de materiales**
  
- Aspectos:
  - Jefes de compras o aprovisionamiento → Jefes de materiales.
  
  - Ordenar el flujo de materia prima, componentes y materiales de procedencia exterior necesarios para la producción.
    - Aprovisionamiento
    - Transporte
    - Almacenes

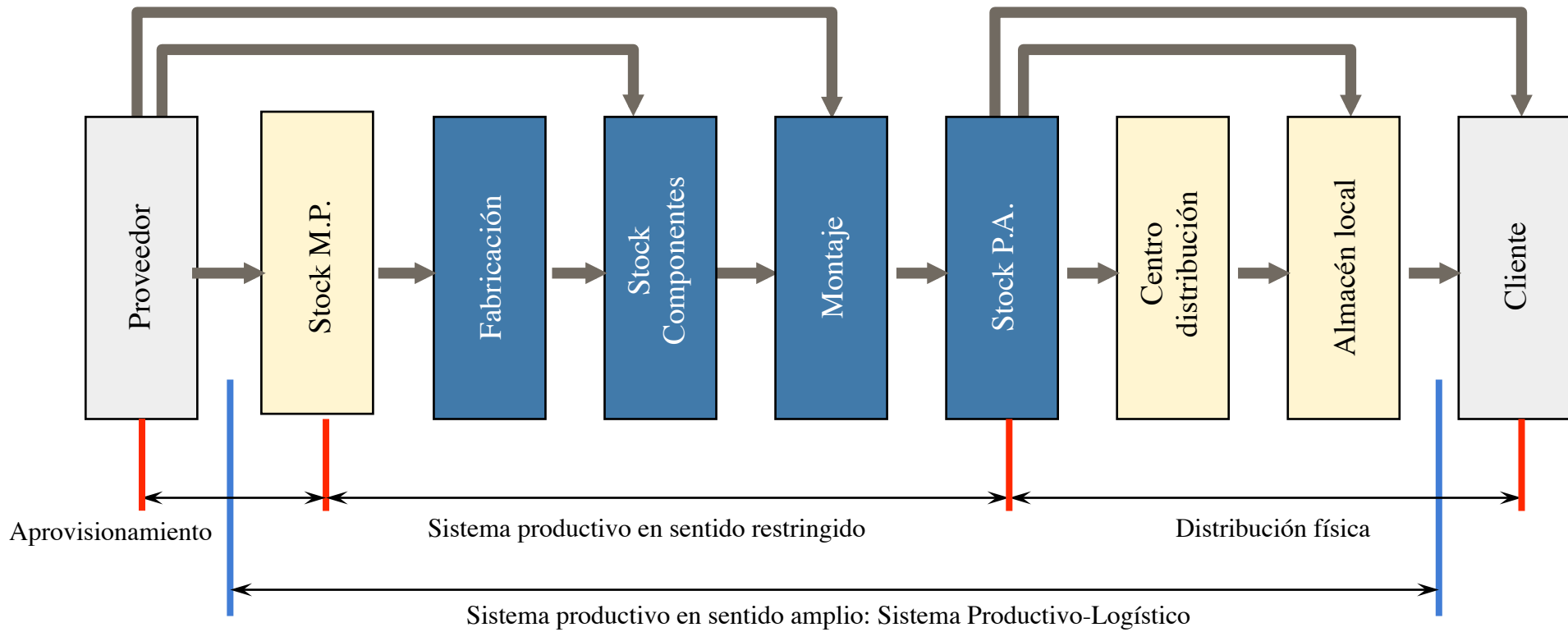


## Concepto logística integral

- La **LI** se ocupa de la gestión global, eficaz y eficiente de las **actividades** requeridas para **generar, mantener y controlar** los flujos de **materiales** (materias primas, piezas de procedencia exterior, piezas semielaboradas, subconjuntos y productos) desde el **proveedor** hasta el punto de **consumo** o utilización dando asistencia a **Producción**. El objetivo perseguido es alcanzar al mínimo coste o con la máxima eficiencia unos niveles de servicio predeterminados.
- Aspectos:
  - Debe tener en cuenta el flujo a través del sistema productivo.
  - Esta concepción se opone a una estructura organizativa convencional



# Sistema Productivo-logístico (flujo de materiales)



## Actividades logísticas (según J.L. Heskett)

- realización de previsiones
- gestión de pedidos
- planificación maestra
- expedición de productos de los depósitos al consumidor
- gestión de stocks de productos acabados
- mantenimiento en los depósitos de distribución
- transporte de la planta a los depósitos
- acondicionamiento y embalaje
- programación de la fabricación
- gestión de los stocks y almacenes de fábrica de piezas y sub-conjuntos fabricados
- control de la obra en curso
- suministro a línea
- transporte interplantas de semi-elaborados
- control de las fases de elaboración exterior
- gestión de los almacenes de materias primas y componentes de procedencia exterior
- transporte de materias primas y componentes del proveedor a la planta
- gestión de stocks de materias primas y componentes de procedencia exterior
- cálculo de necesidades
- aprovisionamiento



# Clasificación de los sistemas productivos

Buffa:

- A. *Sistemas continuos*



1. Sistemas de distribución de productos almacenables
2. Sistemas de producción-distribución de productos normalizados con volumen importante

Cadenas de montaje, procesos químicos continuos, paquetería, restaurantes de autoservicio,...

- B. *Sistemas intermitentes*



1. Talleres cerrados para productos almacenados (bajo catálogo)
2. Talleres abiertos para productos bajo pedido
3. Proyectos singulares

Talleres, hospitales, procesos químicos por lotes, empresas de consultoría,...



## Decisiones estratégicas

- localización de una nueva planta
- definición de los estándares de servicio a la clientela
- cambio de la estructura de precios por zonas geográficas
- definición de los territorios de ventas
- negociación de los contratos de compras a largo plazo con los proveedores importantes
- introducción de una nueva línea de productos
- reorganización de los procedimientos de gestión de stocks
- reorganización de los procedimientos de gestión de pedidos
- elección de un sistema de transporte inter-modal
- localización de depósitos





# Decisiones en los sistemas productivos

- Dirección de diseño
  - Conjunto de Decisiones relacionadas con el diseño, planificación y construcción de sistemas destinados a producir cierto bien y/o servicio.
  - Medio-largo plazo.
  
- Dirección de operaciones
  - Conjunto de decisiones relacionadas con el funcionamiento y control del sistema.
  - Medio-Corto plazo.



## Decisiones de Dirección de diseño

- Previsión y planificación a largo plazo
- Selección de equipos y procesos
- Diseño productivo de los elementos fabricados
- Diseño de tareas y medida del trabajo
- Localización del sistema productivo
- Distribución en planta



## Decisiones de Dirección de operaciones

- Previsión de la demanda
- Planificación agregada y detallada de operaciones
- Cálculo de necesidades y gestión de stocks de materiales
- Programación y control de operaciones
- Fiabilidad y mantenimiento del sistema productivo
- Gestión de la calidad
- Control de costes



## Finalidad de la Dirección de Operaciones

- Contribuir a **alcanzar** los **objetivos** fijados al sistema productivo-logístico (que son la traducción de los objetivos generales de la empresa al área de producción y distribución) **en la forma más eficiente** posible, mediante la adopción de las políticas, estrategias, decisiones y acciones oportunas.
- Generalmente los objetivos del sistema productivo-logístico estarán centrados en aspectos de cantidad, calidad, plazos y coste.
- La eficiencia se referirá al consumo de recursos.

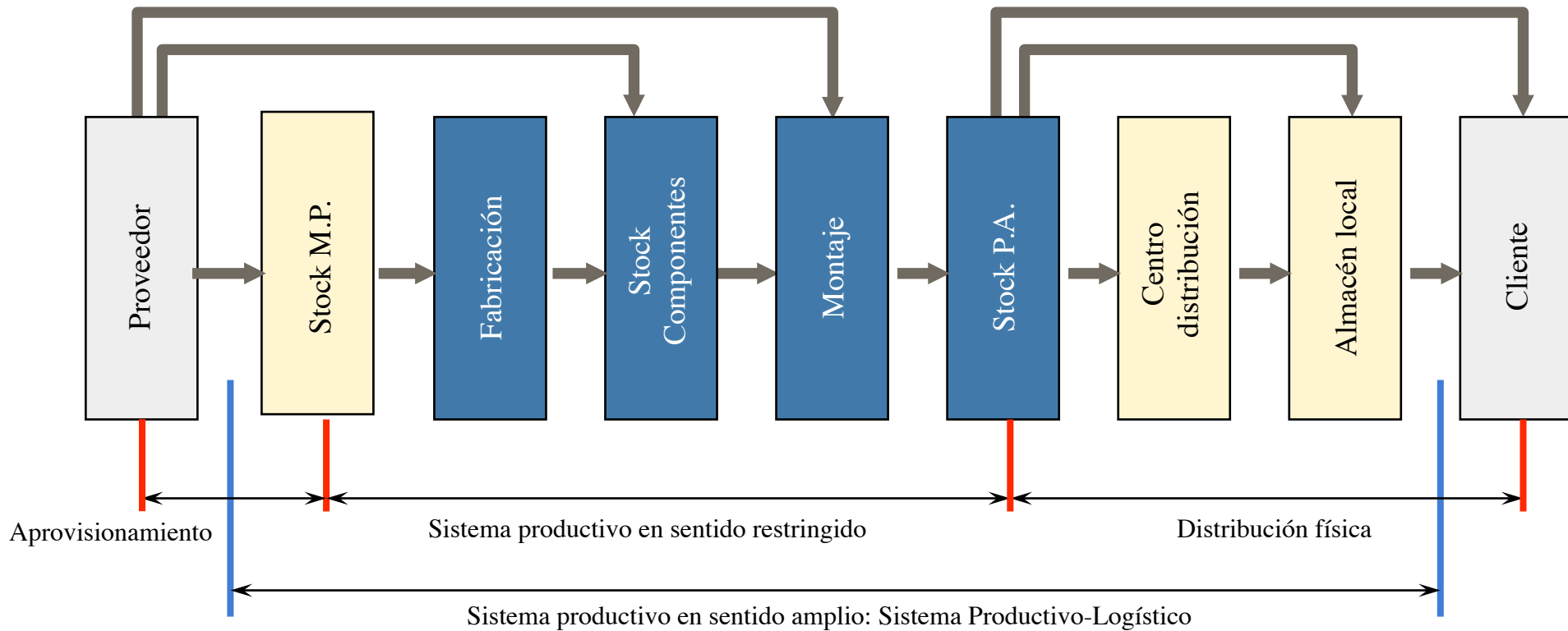


# Tipología de objetivos en DO

- En unidades monetarias
  - Métrica-1: Asociar un coste a la distancia entre los resultados alcanzados y los resultados ideales.
  - Métrica-2: Traducir a coste el consumo de los recursos realizado para lograr dichos resultados.
  - Objetivo: Minimización del coste global, respetando las restricciones impuestas por el sistema físico, las políticas de la empresa, etc.
  
- Índices
  - Control de métricas: Mantenimiento de unos indicadores representativos dentro de ciertos límites preestablecidos (restricciones adicionales).
  - Objetivo: Minimización del coste correspondiente al consumo de recursos y a la satisfacción del resto de objetivos, respetando las restricciones de todo tipo: adicionales, estructurales, políticas, etc.



# Sistema Productivo-logístico (flujo de materiales)



## Alcance de la Dirección de Operaciones

- La DO se interesa por todos los **elementos operativos** del sistema físico:
  - Transportes
  - Almacenajes
  - Fabricaciones
  - Montajes
  
- Los elementos operativos del sistema físico están comprendidos desde la adquisición de las materias primas y los materiales de procedencia exterior hasta la entrega de los productos terminados a los clientes.



# Enfoques de la Dirección de operaciones

- Tipos de enfoque para la problemática de las operaciones:
  - El enfoque **flujo de materiales** a través del sistema
  - El enfoque conjunto de **actividades** u operaciones de proceso que transforman los productos al ser realizadas simultánea o sucesivamente
  - El enfoque **utilización** de la capacidad limitada de los **recursos** productivos y de distribución del sistema
- La DO debe tener en cuenta estos tres enfoques altamente correlacionados.
- La DO es la gestión simultánea del **flujo de materiales**, de las **actividades de proceso** y de la **capacidad de los recursos**, en función de los objetivos impuestos al sistema físico.





## Enfoque flujo de materiales

- Útil para adquirir una idea intuitiva de las transformaciones de los materiales dentro de un mismo flujo a medida que avanza el proceso productivo (convergencias y divergencias).
- Representación mediante estructura de **grafo** (g. sin bucles ni circuitos), a veces como un **árbol** (Lista de Materiales - BOM).
- La gestión de **stocks** intermedios implica la gestión de los flujos y viceversa.
- Para obtener una **tasa en el flujo de salida** de los productos será preciso imponer una tasa adecuada en los **flujos de entrada** de materiales exteriores e internos.
  - Encadenamiento formal de los flujos (procedimiento **Kanban**)
  - Planificación centralizada (**MRP - DRP**)
  - Métodos de regulación menos explícitos (gestión clásica de stock).



## Enfoque actividades

- Conceptos similares a los utilizados en planificación de **proyectos** (ligaduras potenciales, acumulativas y disyuntivas).
- El proceso de fabricación o **ruta** es la sucesión de operaciones (**PERT / ROY / CMV**) necesarias para pasar de los materiales a los productos.
- La **estructura** de convergencias y divergencias deberá ser similar a la existente en la **lista de materiales**.
- En la práctica la **ruta global** se describe por tramos o **rutas parciales** conteniendo las operaciones que significan una transformación con cierta entidad dentro del proceso productivo.
- La composición de todos los grafos PERT/ROY/CMV de las rutas parciales da lugar al grafo PERT/ROY/CMV del proceso de fabricación.
- Asociando duraciones (tiempos de proceso) a los arcos del grafo de un producto, su **camino crítico** nos indica el tiempo operatorio mínimo estrictamente necesario para fabricar un producto partiendo de cero.



## Enfoque utilización de recursos

- Ligado con las restricciones impuestas por la capacidad limitada de los recursos y por la idea de **cuello de botella**.
- El **elemento** del sistema productivo **que más limitaciones marque** al flujo de materiales o a la realización de operaciones **define la tasa máxima** de producción del sistema.
- La gestión de los elementos de menor tasa adquiere **aspecto crítico** cuando la tasa máxima está a poca distancia de la tasa ideal (necesaria para satisfacer los objetivos del sistema)
- Los **cueillos de botella** pueden ser **intrínsecos** al sistema productivo (simplifica la gestión) o bien **tributarios** del programa productivo (variedad de productos) que se desea realizar.
- *"Una hora perdida en un recurso crítico es una hora perdida para el sistema productivo, una hora perdida en un recurso no crítico no repercute necesariamente en el sistema"* (E. Goldratt en su *Teory of Constraints* **TOC** y anteriormente en **OPT**)



## Aspecto evolutivo de la DO

- La evolución del **entorno** del sistema logístico y de las solicitudes que transmite al mismo exige la **evolución** del propio **sistema productivo-logístico** así como de su **sistema de gestión**.
- **Nunca** podrá considerarse definitivamente **establecido** ni el **SPL** ni el **SG**.
- **Mejora continua**: el **sistema productivo** y su **gestión** deben estar sometidos a una perpetua evaluación para detectar las disfunciones y puntos débiles, y determinar las acciones de cambio que lo vayan conduciendo **hacia un sistema ideal**, tal vez inalcanzable (**kaizen**), pero paulatinamente más cercano.
- En contraposición a la mejora continua surge **la reingeniería** definida como la **reestructuración de raíz** de procesos importantes con el fin de alcanzar mejoras cuantiosas.

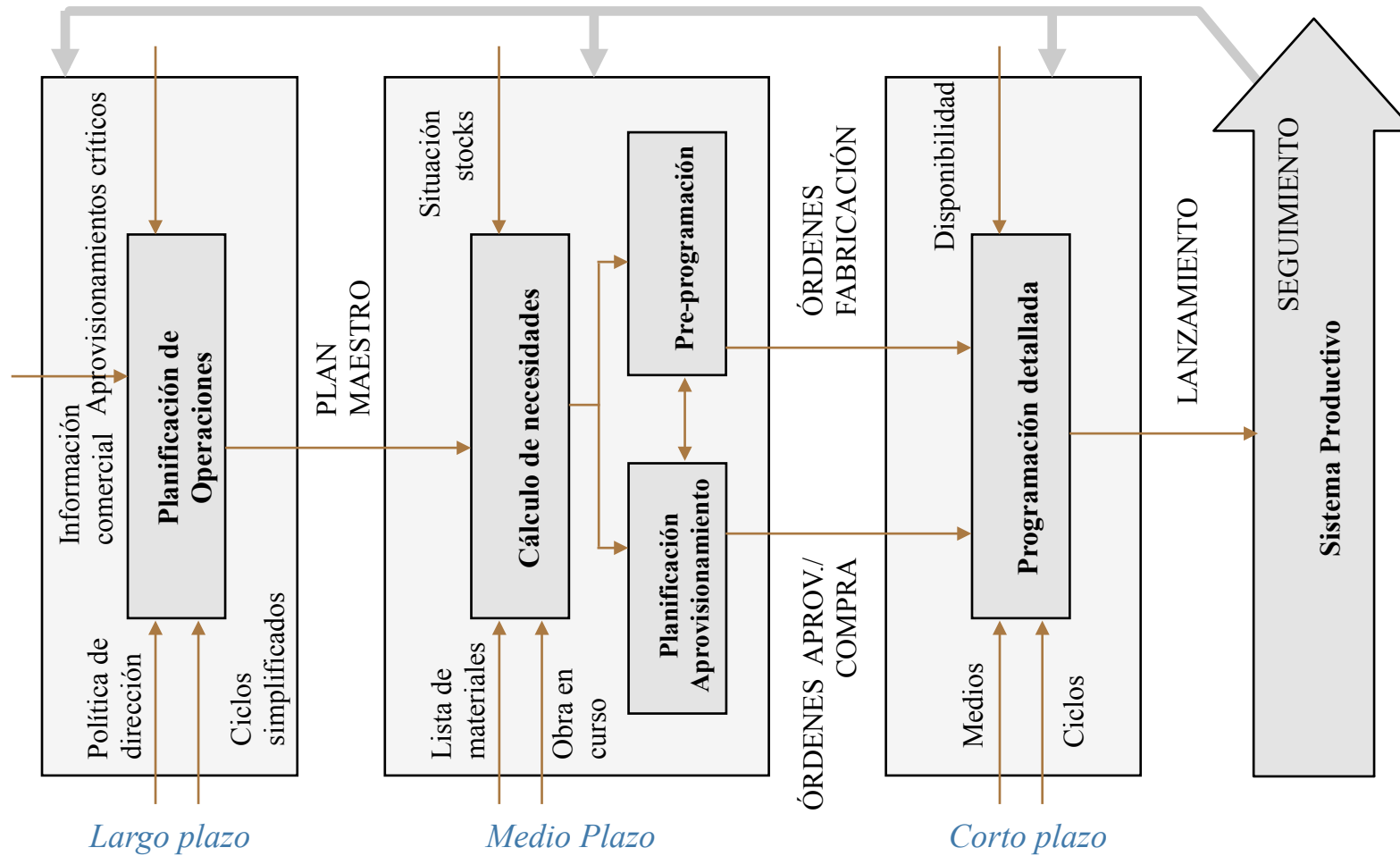


## Tipología de las decisiones en DO

- En todo SG se puede establecer una **jerarquía de decisiones** (con diversas frecuencias de revisión en el tiempo) a varios niveles que permiten **reducir la variedad** y **aumentar** la facilidad de **control**.
- Un modelo de tres **niveles** jerárquicos de toma de decisiones da lugar a las siguientes **funciones**:
  - Planificación de Operaciones (largo plazo)
  - Cálculo de necesidades (medio plazo)
  - Programación de operaciones (corto plazo)
- Función complementaria (realimentación):
  - Seguimiento y Control



# Los 3 niveles de decisión en DO



# Planificación de operaciones

- Objeto: **distribuir** los **recursos** productivos (y logísticos) **escasos** o limitados **entre** las **actividades** productivas y logísticas que los precisan para **cumplir** los **objetivos** fijados al sistema logístico prod./ventas.
- Resultado: **Plan Maestro** o Director de Producción: cantidades de productos terminados a producir en cada uno de los intervalos del horizonte del plan; se debe asociar a un **Plan Maestro de Ventas** y a un **Plan Maestro de Stocks** de productos terminados (estacionalidad).
- El Plan Maestro puede adoptar varias formas:
  - **Plan maestro agregado** (*Production Plan*) en grandes clases (familias de productos) - doce meses, con intervalos mensuales-.
  - **Plan maestro detallado** (*Master Plan Scheduling*) en clases más reducidas para determinar componentes exteriores y carga de líneas - 4 meses y división en intervalos semanales-.
  - **Plan de Montaje Final** (*FAS = Final Assembly Schedule*)



## Cálculo de necesidades

- Objeto: Evaluar las **repercusiones** del Plan Maestro en necesidades de **materiales** y **recursos de fabricación**.
- Resultado: Órdenes de **aprovisionamiento** y **fabricación**.
- Operativa: Se realiza la **explosión** de los **productos** terminados del plan maestro en las **operaciones** necesarias para realizarlos y en los **materiales** (subconjuntos, semi-elaborados, materia prima, etc.) que se van a emplear y consumir. Se hace en dos fases: **brutas** (sin contar con stock disponible, órdenes en curso) y **netas** - H: 6 a 16 semanas-.
- Técnicas:
  - **MRP I** (*Material Requirements Planning*): Planificación de Necesidades de Materiales.
  - **MRP II** (*Manufacturing Resource Planning*): Planificación de Recursos de Producción).





# Decisiones en los sistemas productivos

## *Decisiones de diseño del sistema productivo:*

1. Previsión y planificación a largo plazo
2. Diseño productivo de los elementos fabricados
3. Distribución en planta
4. Selección de equipos y procesos
5. Localización del sistema productivo
6. Diseño de tareas y medida del trabajo

## *Decisiones de dirección de operaciones:*

1. Previsión de la demanda
2. Planificación de operaciones
3. Cálculo de necesidades y gestión de materiales
4. Programación y control de operaciones
5. Fiabilidad y mantenimiento del sistema productivo
6. Gestión de la calidad
7. Control de costes y de la mano de obra



# Programación de operaciones

- Objeto: Establecer detalladamente **dónde** y **cuándo** va a realizarse cada **operación** en que se descompone una orden dada.
- Resultado: **Programa**: indica qué **operación** específica se va a realizar en un **medio** específico durante un **intervalo** de tiempo concreto.
- La **programación** debe desarrollarse a un **nivel concreto**, y debe trabajar con **valores reales** de las tasas e incorporar todas las **incidencias** reales que se van produciendo. Se pasa del campo **continuo** al **discreto** (combinatoria).
- La **materialización** del programa mediante órdenes al sistema productivo se realiza a través de la **función lanzamiento**.
- La programación detallada tiene habitualmente un horizonte de unos pocos **días**, sus intervalos se miden en **horas**, y la actualización se realiza con frecuencia diaria.

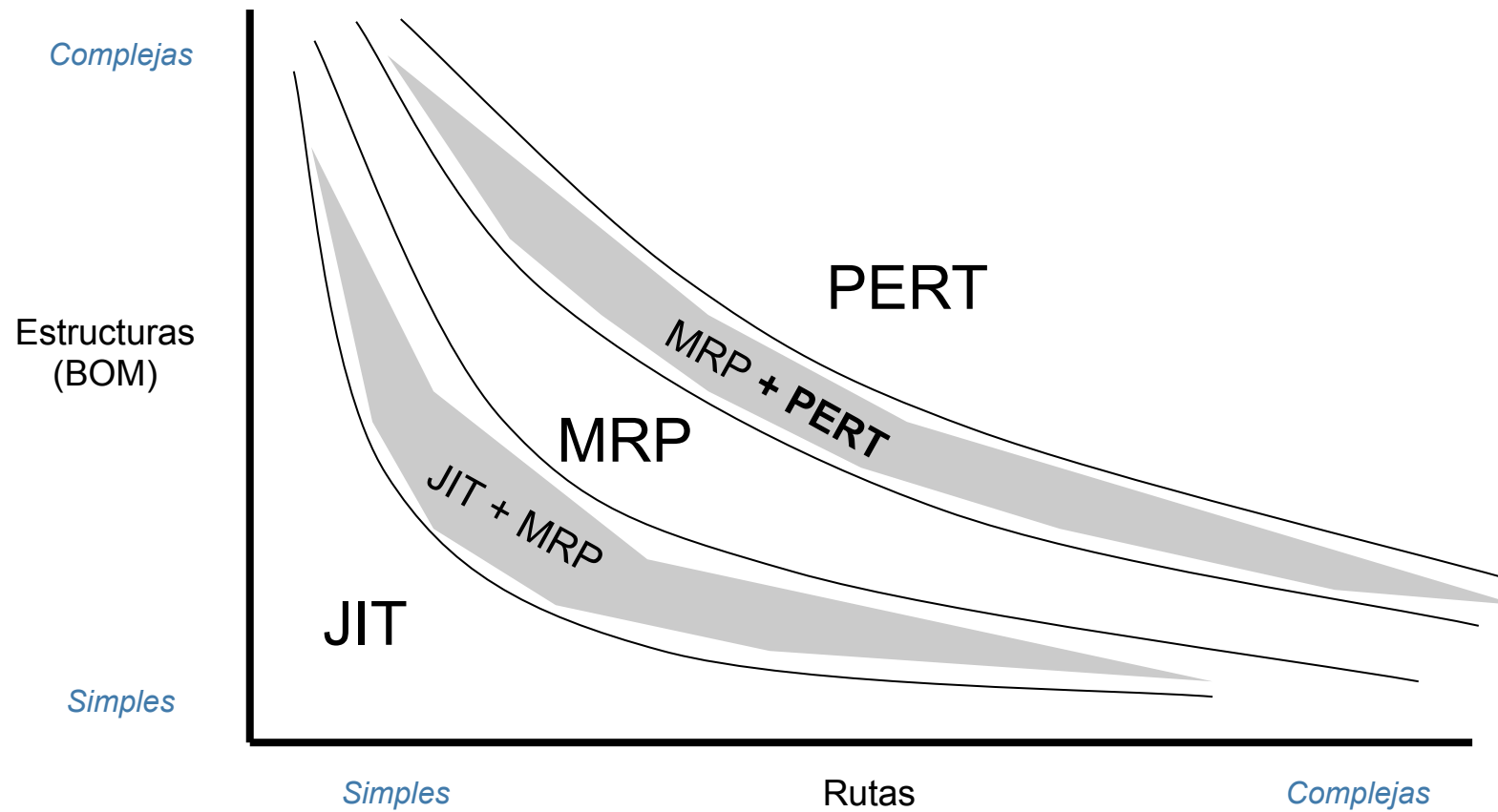


# Seguimiento y Control

- Objeto: **conocer** y **corregir** las **desviaciones** entre el desarrollo de las órdenes efectuadas y el previsto (plano real e ideal).
- Subfunciones:
  - **Colecta de datos** (informaciones regulares y singulares):
    - Cumplimiento de órdenes, llegada de aprovisionamiento, comienzo y terminación de operaciones, etc.
    - Averías de instalación o máquina, tiempos de preparación inusuales, fallos de calidad.
  - **Evaluación de la ejecución** (medir las desviaciones)
  - **Acciones correctivas** (buscar la coherencia entre planes, programas y realidad). Pueden ser a corto, medio y largo plazo.



# Sistemas de gestión



## Algo para reflexionar

“Una partícula elemental no es una entidad independiente. Es, en definitiva, un juego de interrelaciones que se extiende a otras cosas que están fuera de ella”.

HENRY STAPP

“Observa sin cesar que todas las cosas suceden mediante el cambio; acostúmbrate a pensar que a la Naturaleza lo que más le gusta es cambiar las cosas existentes y hacer cosas nuevas, parecidas a éstas.”

MARCO AURELIO (C121-180)

