

# ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES

Diseño de nuevos productos y análisis de procesos

Humberto R. Álvarez A., Ph. D.

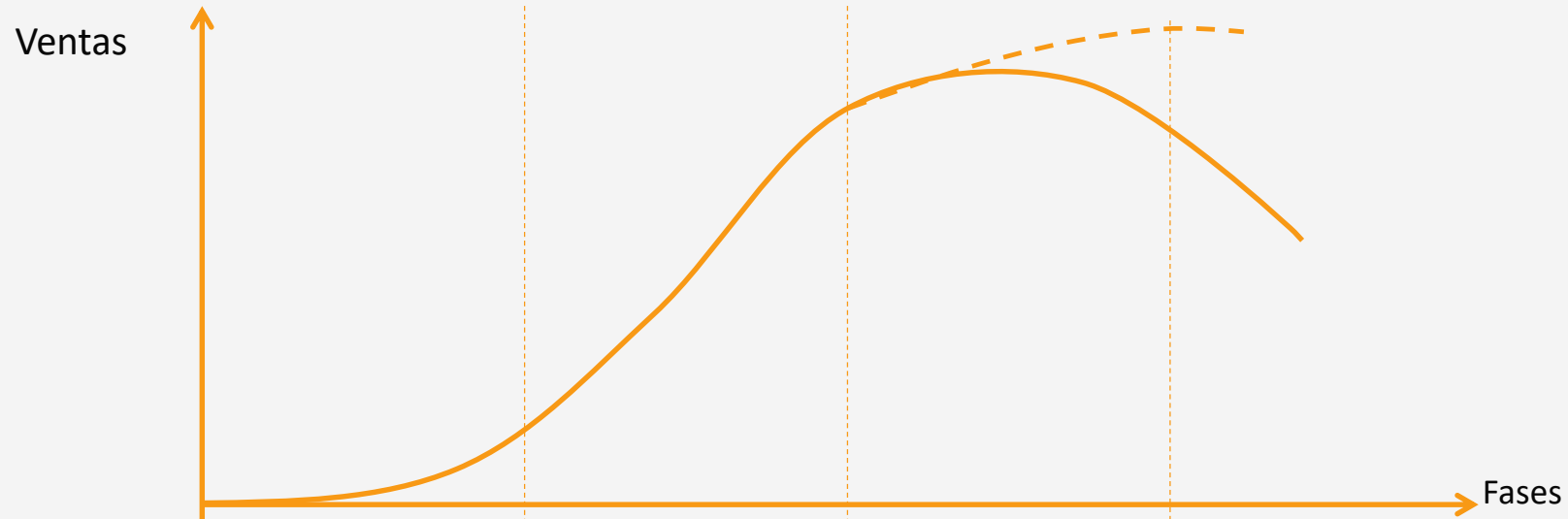


# Diseño de Bienes y Servicios

# El Proceso de Diseño

- Oportunidades para un nuevo producto o servicio
  - Entender al cliente
  - Cambio económico
  - Cambio sociológico o demográfico
  - Cambio tecnológico
  - Cambio político y legal
  - Cambio en tendencias de mercado, cadena de suministro

# Ciclo de vida



	<b>Introducción</b>	<b>Crecimiento</b>	<b>Madurez</b>	<b>Declinación</b>
Variedad	Gran variedad	Estandarización creciente	Diseño "dominante"	Producto básico
Volumen	Bajo	Creciente	Elevado	Elevado
Estructura del sector	Pequeños competidores	Caída y consolidación	Pocas compañías grandes	Sobrevivientes
Competencia	Características	Calidad y disponibilidad	Precio y dependencia	Precio

# Tipos de bienes y servicios

- Genéricos: su desarrollo nace ante una oportunidad de mercado.
- Impulsados por tecnología: nacen al iniciarse una tecnología propia que impulsa el desarrollo
- De plataforma: se construyen en torno a un sistema tecnológico existente.
- De proceso intensivo: el diseño del producto y el diseño del proceso están ligados ya que el proceso de producción tiene repercusiones en las propiedades del producto.

# Tipos de bienes y servicios

- De alto riesgo: entrañan una enorme incertidumbre respecto a la tecnología y el mercado.
- De prototipos rápido: tienen un proceso cíclico de diseño-construcción-prueba que puede repetirse varias veces. El producto se modifica de acuerdo al resultado del ciclo anterior.
- Sistemas complejos: compuestos por subsistemas que interactúan. Son productos de escala más grande, donde cada uno de sus componentes puede corresponder a un producto diferente.
- Personalizados: tienen pequeñas variantes de una configuración estándar y responden al pedido específico del cliente.

## generación de productos y servicios innovadores

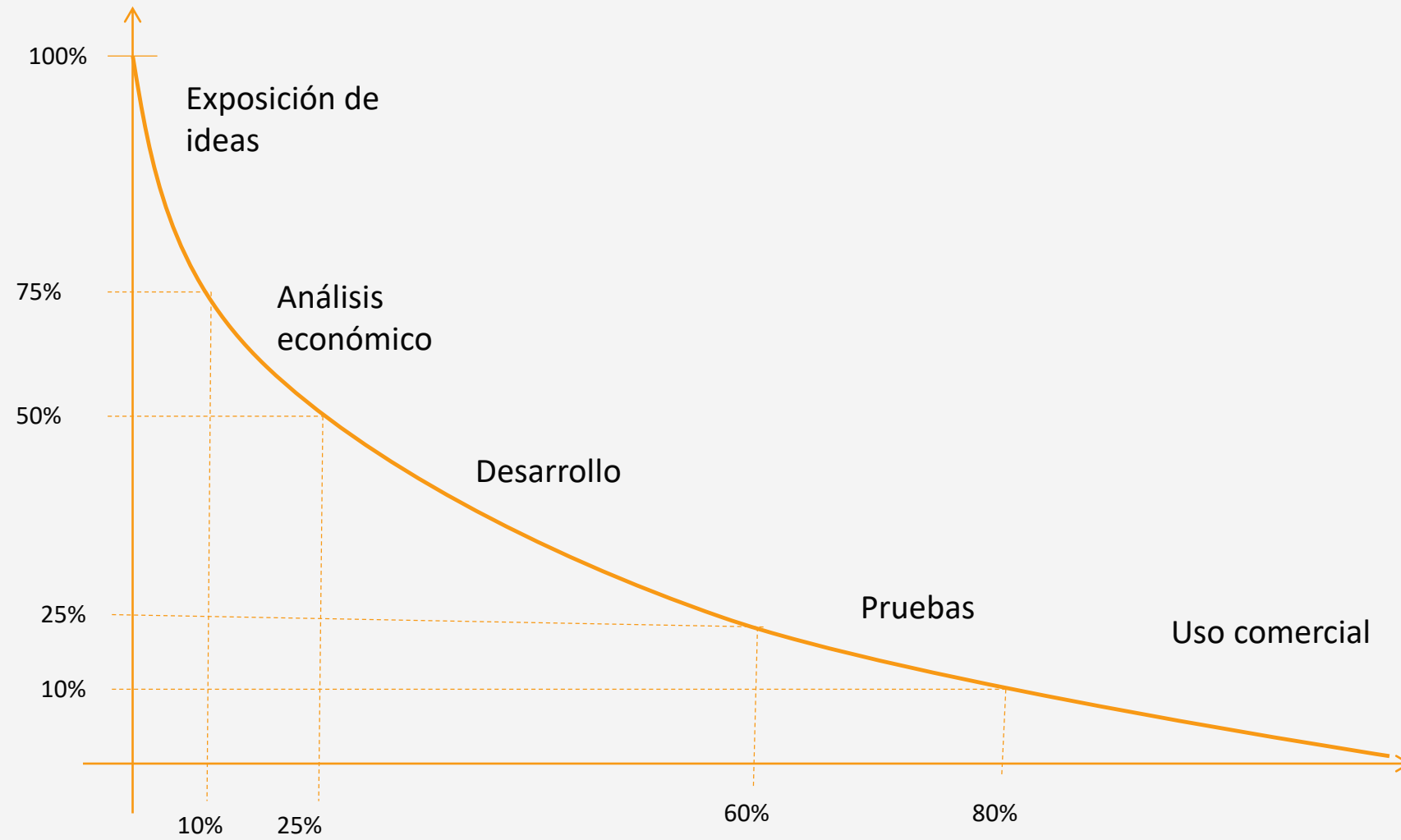
Tipo de productos	Características	Ejemplos
Genéricos (jalados por el mercado)	EL proceso incluye las fases de planificación, desarrollo del concepto, diseño del sistema, diseño detallado, pruebas y producción.	Artículos deportivos, muebles, herramientas, cafeterías.
Impulsados por tecnología	La fase de planificación implica casar las tecnologías y el mercado; el desarrollo del concepto presupone una tecnología dada.	Sistemas operativos, teflón, fibras inteligentes, banca en línea
De plataforma	El desarrollo presupone una plataforma tecnológica aprobada.	Aparatos electrónicos, computadoras, impresoras, ATM.
Proceso intensivo	El proceso y el producto deben especificarse y desarrollarse desde el principio.	Alimentos, productos químicos, restaurantes gourmet.
Productos a la medida	Los nuevos productos tienen variantes de los anteriores. Aprovecha los productos existentes y se desarrollan cambios ágiles y estructurados.	Motores, baterías, procesos bancarios.
Productos de alto riesgo	Se identifican los riesgos desde el principio y se da seguimiento a lo largo del proceso de diseño y desarrollo.	Productos farmacéuticos, servicios personales.
Prototipos rápidos	Las fases del diseño detallado y las pruebas se repiten y se monitorean hasta que el proceso se agota.	Software, teléfonos celulares, nuevos procesos de servicio.
Sistemas complejos	Muchos equipos trabajan el diseño de subsistemas en paralelo para después integrarlos y validarlos.	Aeronaves, automóviles, sistema de matrícula

# Fases de desarrollo de productos

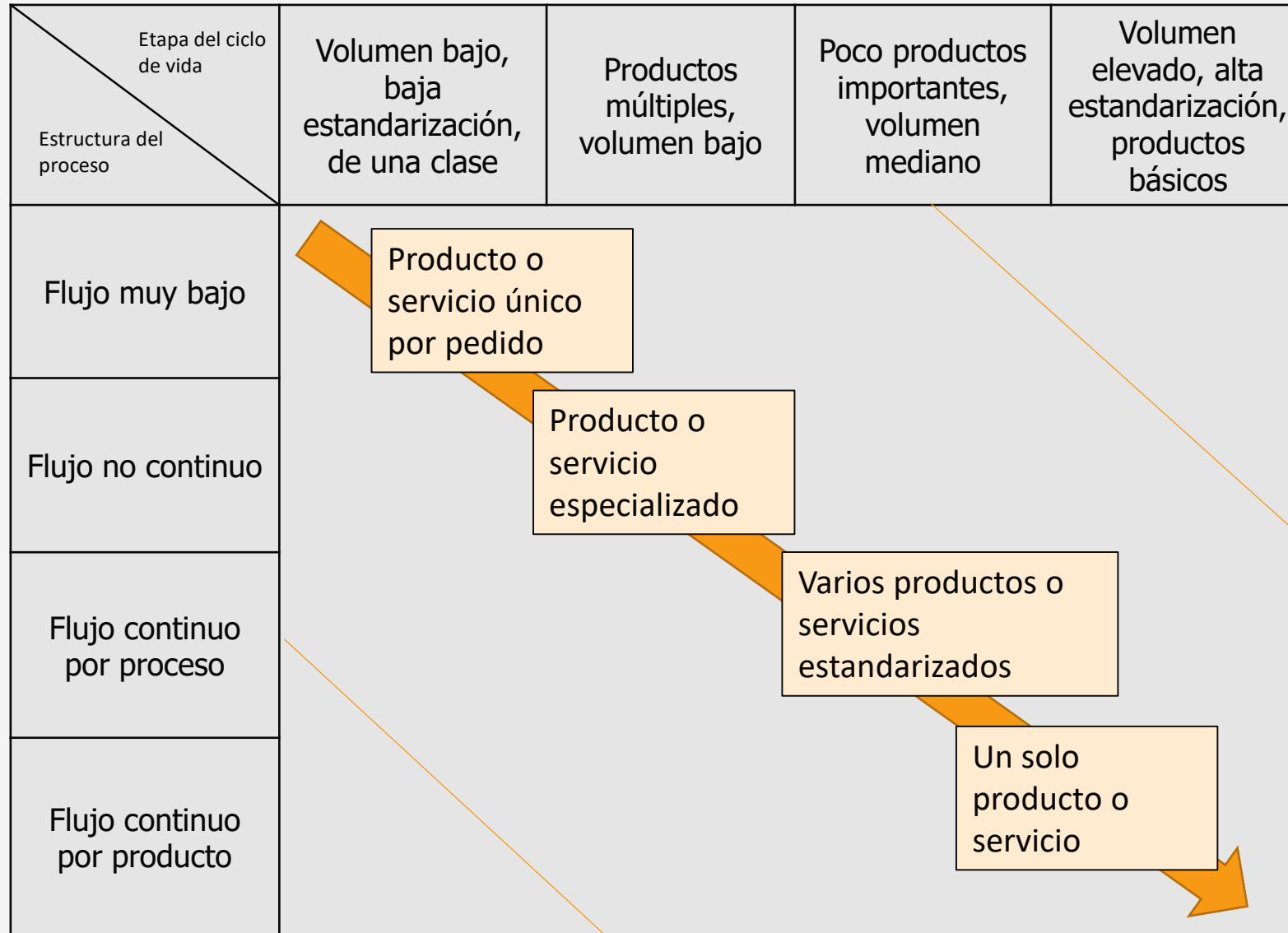
Actividad	Fase 0: planeación	Fase 1: Desarrollo	Fase 2: Diseño	Fase 3: Detalles	Fase 4: Pruebas	Fase 5: Mercado
Marketing	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Articular oportunidad</li> <li>- Definir mercado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer necesidades</li> <li>- Identificar usuarios líderes</li> <li>- Identificar competidores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparar familia de productos</li> <li>- Establecer precio meta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de marketing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparar promoción y lanzamiento</li> <li>- Pruebas pilotos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Publicidad y mercadeo</li> </ul>
Diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plataforma y arquitectura del producto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Viabilidad conceptual</li> <li>- Viabilidad de diseño</li> <li>- Viabilidad de ingeniería</li> <li>- Prototipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generar arquitecturas alternativas</li> <li>- Definir subsistemas e interfaces</li> <li>- Afinar diseño</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño detallado</li> <li>- Procesos y documentación</li> <li>- Especificaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Confiabilidad</li> <li>- Desempeño</li> <li>- Aplicación de cambios</li> <li>- Cumplir con requerimientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar resultados</li> </ul>
Producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar restricciones</li> <li>- Establecer estrategias de cadena de suministro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimar costos</li> <li>- Viabilidad de los procesos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar proveedores</li> <li>- Analizar outsourcing</li> <li>- Establecer costos meta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir procesos</li> <li>- Definir mediciones e indicadores</li> <li>- Adquirir equipos especiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de la cadena de suministros</li> <li>- Afinar procesos</li> <li>- Capacitar personal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Iniciar la operación final</li> </ul>
Otras funciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigar tecnologías disponibles</li> <li>- Proporcionar metas de planeación</li> <li>- Asignar recursos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentar análisis económico</li> <li>- Investigar patentes, derechos de autor, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis económico de outsourcing</li> <li>- Servicio postventa</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formular planes de ventas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación expost</li> </ul>



# Curva decreciente de nuevas ideas



# Producto - Proceso

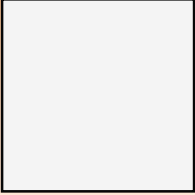
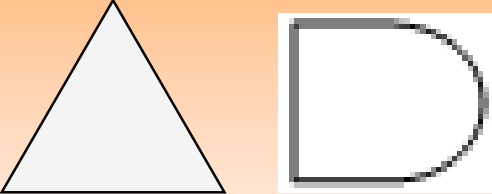
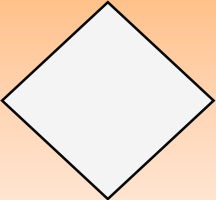



# Análisis de procesos

# Describiendo el proceso

- Diagrama de proceso: describe las etapas o actividades principales de un proceso
- Sus elementos básicos pueden incluir tareas y operaciones, flujo de materiales, clientes o información, puntos de decisión y colas o áreas de almacenamiento
- Es una metodología ideal para iniciar el análisis de los procesos.

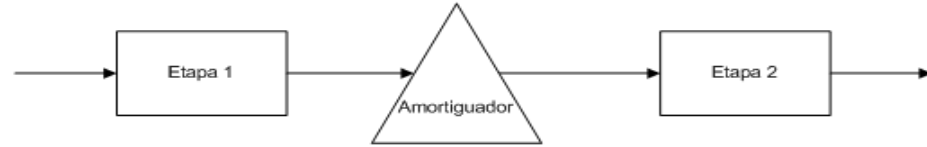
# Describiendo el proceso

	Define una actividad o tarea del proceso
	Define áreas de almacenamiento o colas en los procesos
	Define puntos de decisión o alternativas a seleccionar
	Muestra el flujo de materiales, personas, información, etc.

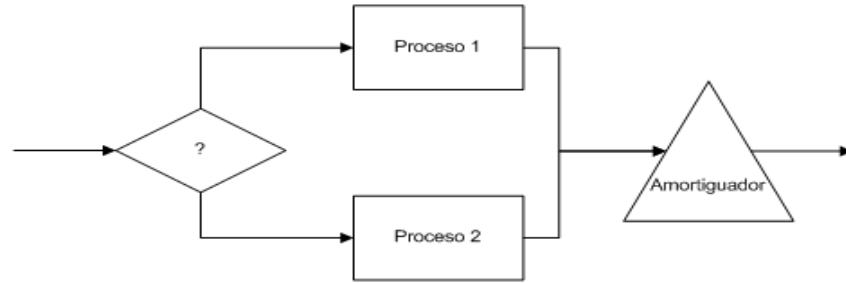
# Tipos de procesos



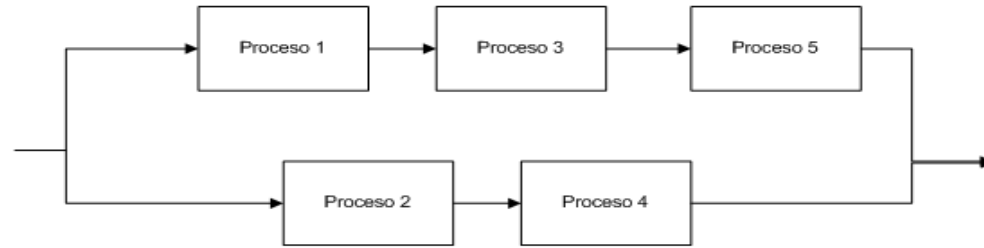
Proceso de etapas múltiples



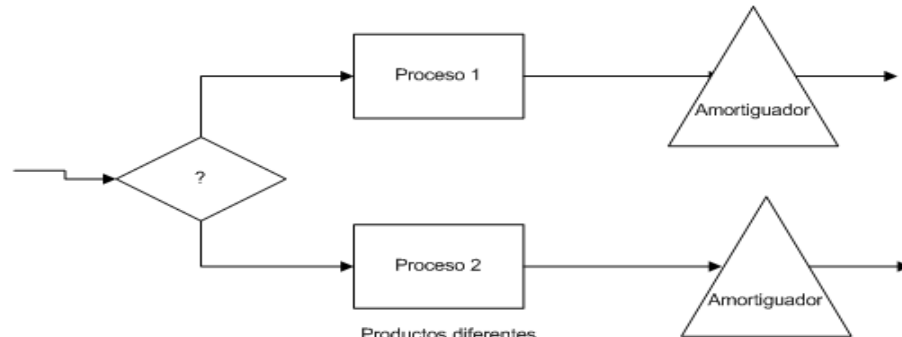
Proceso de etapas múltiples con amortiguador



Proceso alternativos

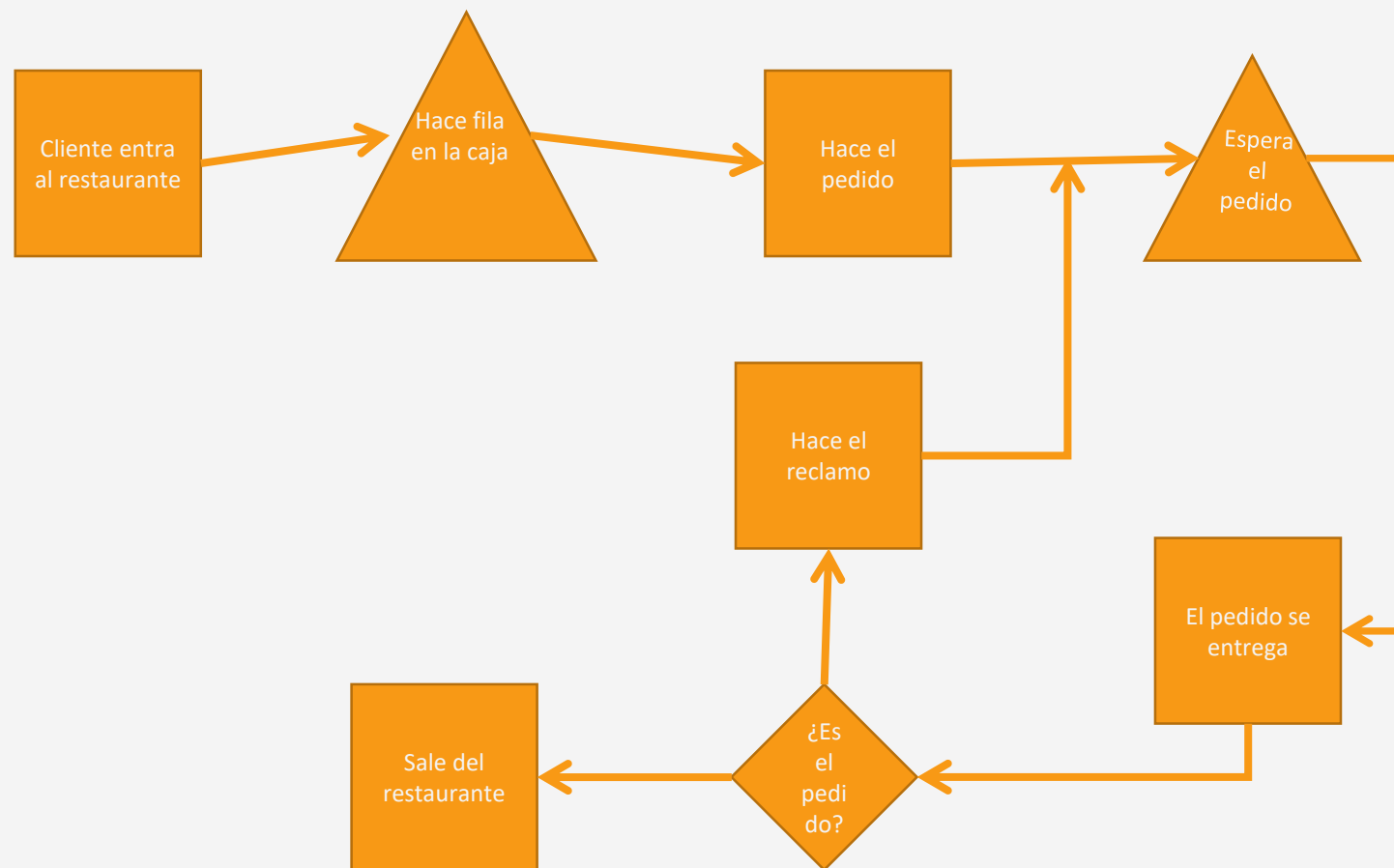


Procesos paralelos

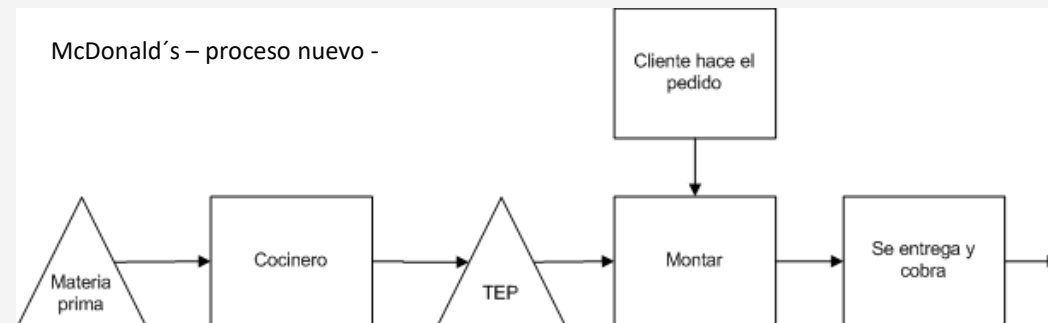
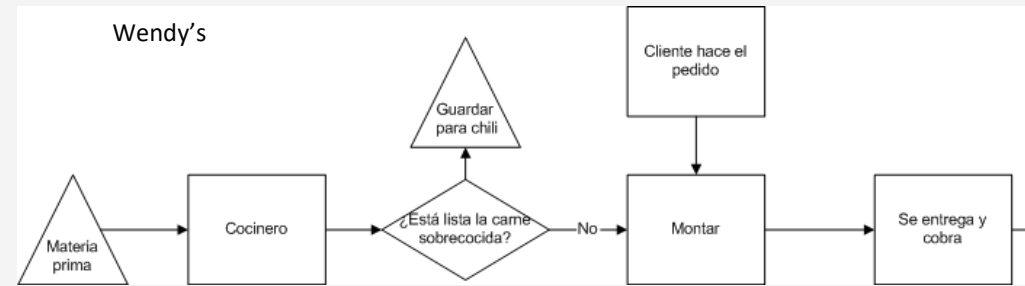
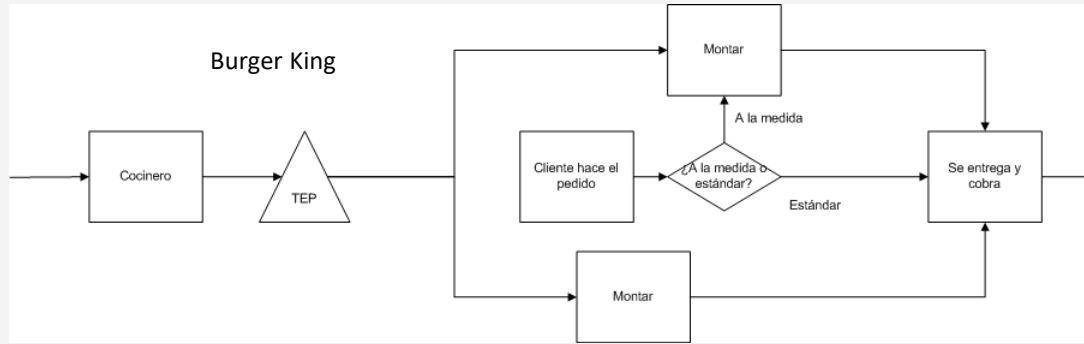
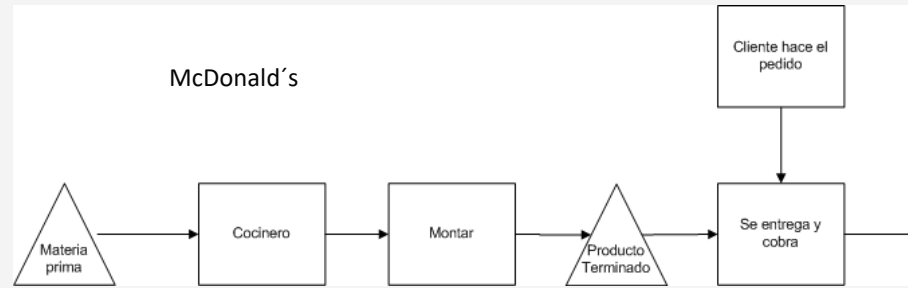


Productos diferentes

## Ejemplo: Servicio en restaurante de comida rápida



# Ejemplo: producción de hamburguesas

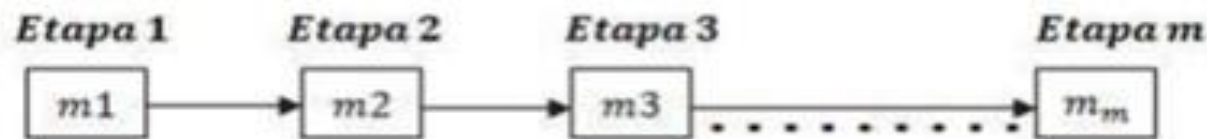




# Programación de sistemas de producción de flujo continuo o Flow Shop

- Es un tipo de proceso de fabricación que se caracteriza básicamente en que sus tareas (series de trabajo) para llevarse a cabo necesariamente pasan a través de todos sus procesos (máquinas) en el mismo orden, es decir que sus productos tienen una relación de procesos y secuencias idénticas.
- Se aplica cuando se manejan una media flexibilidad y un nivel medio de volúmenes de fabricación, pero que a su vez se basa en el ensamble de módulos (elementos a ensamblar que son factor común en diversas referencias) los cuales fluyen en el sistema basados en un proceso continuo.

## **Sistema de programación Flow Shop Clásico**



# Análisis de flujo de procesos productivos



<https://www.youtube.com/watch?v=aZ77BuhgPgg>

# Variables del proceso

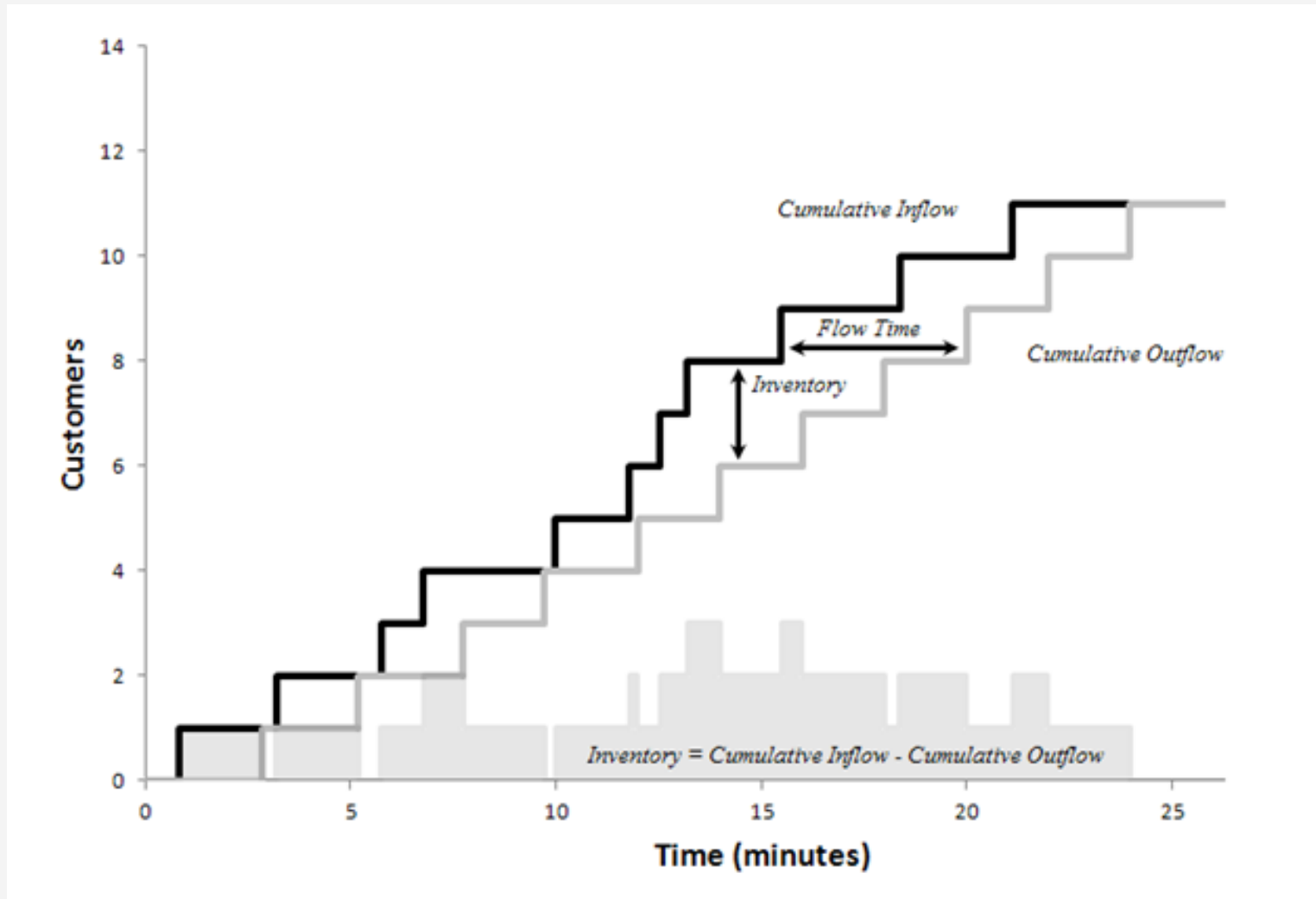
- **Tasa de flujo o producción (flow rate) / throughput:** número de unidades que fluyen a través de un proceso por unidad de tiempo. Puede verse como la tasa de arribo de unidades a una estación de servicio.
- **Tiempo de Flujo o procesamiento (flow time):** tiempo que toma una unidad para ir del inicio al final del proceso.
- **Inventario:** número de unidades que fluyen en un tiempo dado.

# Algunos ejemplos

	Oficina de Crédito	Viñatería	Programa de maestría	Compañía de autos	Restaurante de comida rápida
Unidades	Aplicaciones	Botellas de vino	Estudiantes	Autos	
Tasa de flujo	Aplicaciones procesadas por semana	Botellas vendidas al año	Estudiantes de una cohorte	Ventas anuales	
Tiempo de flujo	Tiempo en procesar una unidad	Tiempo en la bodega	Tiempo de duración del programa	Tiempo que demora un auto en venderse	
Inventario	Casos pendientes	Botellas en la bodega	Población total del programa	Inventario en aduanas	

# Tasa de procesamiento (throughput)

- Por ejemplo, entrada y atención a clientes en un restaurante en 25 minutos:



# Terminología de procesos

- **Tiempo de procesamiento:** tiempo que toma un centro de trabajo en una determinada tarea

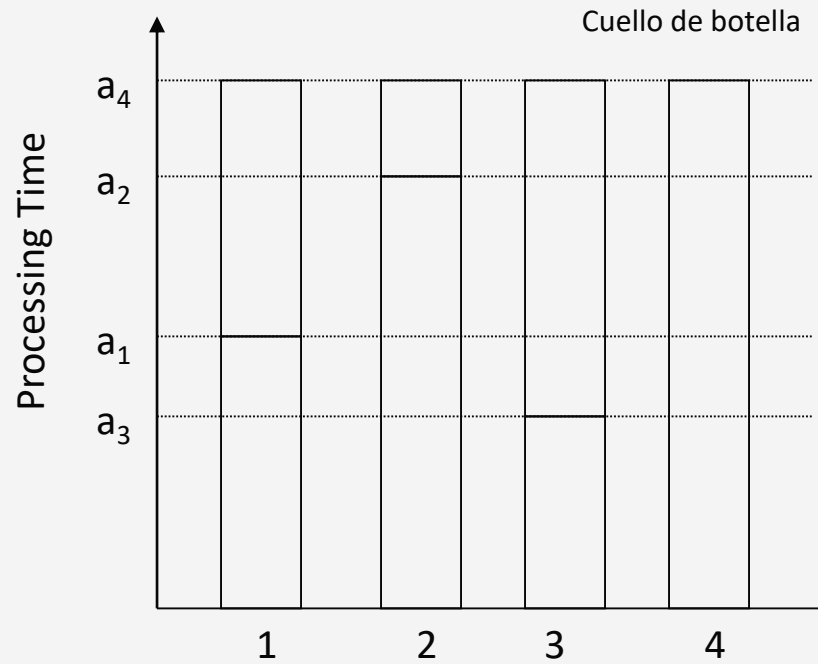
- **Capacidad** =  $\frac{1}{\text{Tiempo de procesamiento}}$  cantidad de unidades, por

unidad de tiempo que una determinada unidad puede procesar. Si hay m centros de trabajo entonces la capacidad estará dada por:

$$\frac{1}{m(\text{Tiempo de procesamiento})}$$

- **Cuello de botella:** etapa del proceso con la capacidad más baja.
- **Capacidad del proceso:** capacidad del cuello de botella
- **Tasa de flujo ( $\lambda$ )** = min (tasa de demanda, capacidad del proceso)
- **Utilización** = Tasa de flujo / Capacidad
- **Tiempo de flujo o ciclo:** tiempo que toma a una unidad pasar por todo el proceso.
- **Inventario:** Número de unidades en el sistema.

# Medidas de la productividad del recurso humano



■ =Tiempo ocioso      ■ =Tiempo de proceso

## Medidas de productividad

- Tiempo de ciclo= 1/ Tasa de flujo
- Contenido de MOD= $p_1+p_2+p_3+p_4$
- Si hay un trabajador por recurso:  
 $Tiempo\ ocioso = (R-p_1) + (R-p_2) + (R-p_3)$
- *Utilización promedio de la mano de obra*

## Resumen de cálculo de capacidad

•  $Capacidad_i = \frac{Número\ de\ recursos_i}{Tiempo\ de\ procesamiento_i}$

•  $Capacidad\ del\ proceso = \min\{Capacidad_i, Demanda_i\}$

•  $Tasa\ de\ flujo\ (R) = \min\{Demanda, Capacidad\}$

•  $Utilización_i$

$$= \frac{Tasa\ de\ flujo}{Capacidad}$$

$$= \frac{Contenido\ de\ MOD}{Contenido\ de\ MOD + Tiempo\ ocioso}$$

•  $Costo\ promedio\ de\ la\ MOD =$

$$\frac{Salario\ total\ por\ unidad\ de\ tiempo}{Tasa\ de\ producción\ por\ unidad\ de\ tiempo}$$

# Ejemplo 2

- Analizar el siguiente proceso y calcular sus variables principales, si el mismo trabaja 8 horas diarias a B/.4.00 la hora:

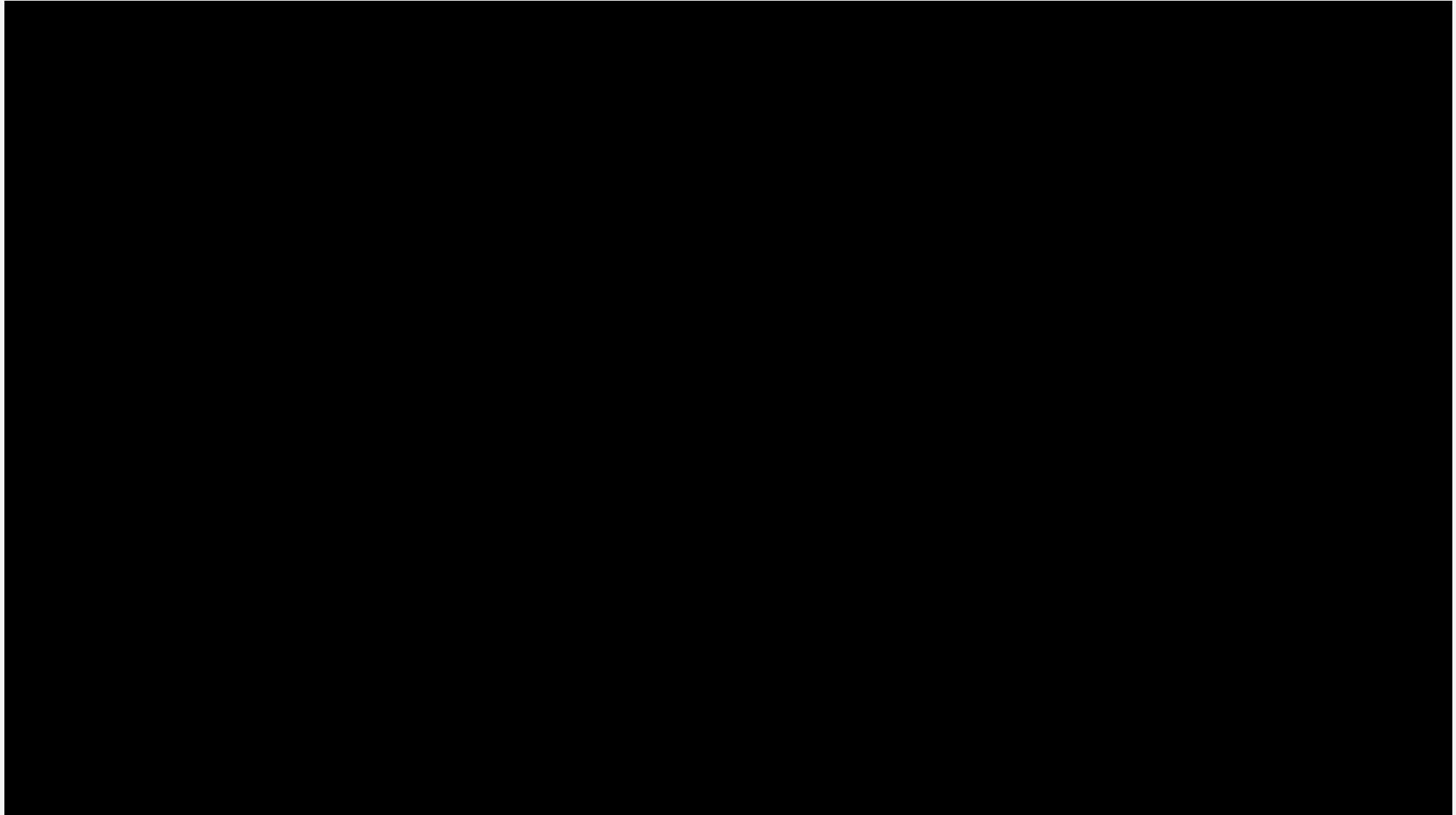


Recurso  
Tiempo de procesamiento  
Capacidad  
Capacidad (horas)  
Cuello de botella  
Capacidad de procesamiento  
Tasa de procesamiento  
Utilización

Tiempo de flujo o ciclo  
Contenido de trabajo  
Tiempo ocioso  
Utilización promedio de la MOD  
Costo por estación  
Costo total  
Tasa de procesamiento diaria  
Costo promedio de MOD  
Inventario



# Ley de Little



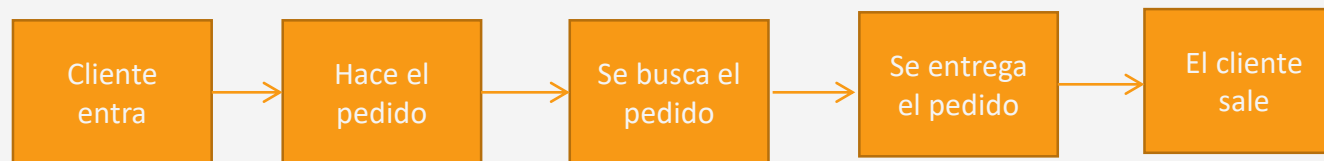
<https://www.youtube.com/watch?v=zWValcAtfVg>

# Ley de Little

- Probada por John Little en 1961
- El promedio, en el largo plazo, del número de unidades en un sistema en estado estable es proporcional a la tasa de arribo o flujo y el tiempo promedio de dicha unidad en el sistema.
- $\text{Inventario (I)} = \text{Tasa de Procesamiento (R)} * \text{Tiempo de procesamiento (T)}$
- $I = R * T$  ( $L = \lambda W$ )
- No es una ley empírica
- Es robusta ya que no está influenciada por las distribuciones de llegada o servicio, orden o política de servicio.
- Trabaja con promedios, incluyendo sus respectivas variaciones.
- Es válida para cualquier ventana de tiempo
- En el caso de una cadena de suministros R: sería la demanda de un producto y T sería el tiempo de llegada de los lotes, por lo que I sería el inventario medio de dicho producto para que no haya escasez.

# Ejemplo

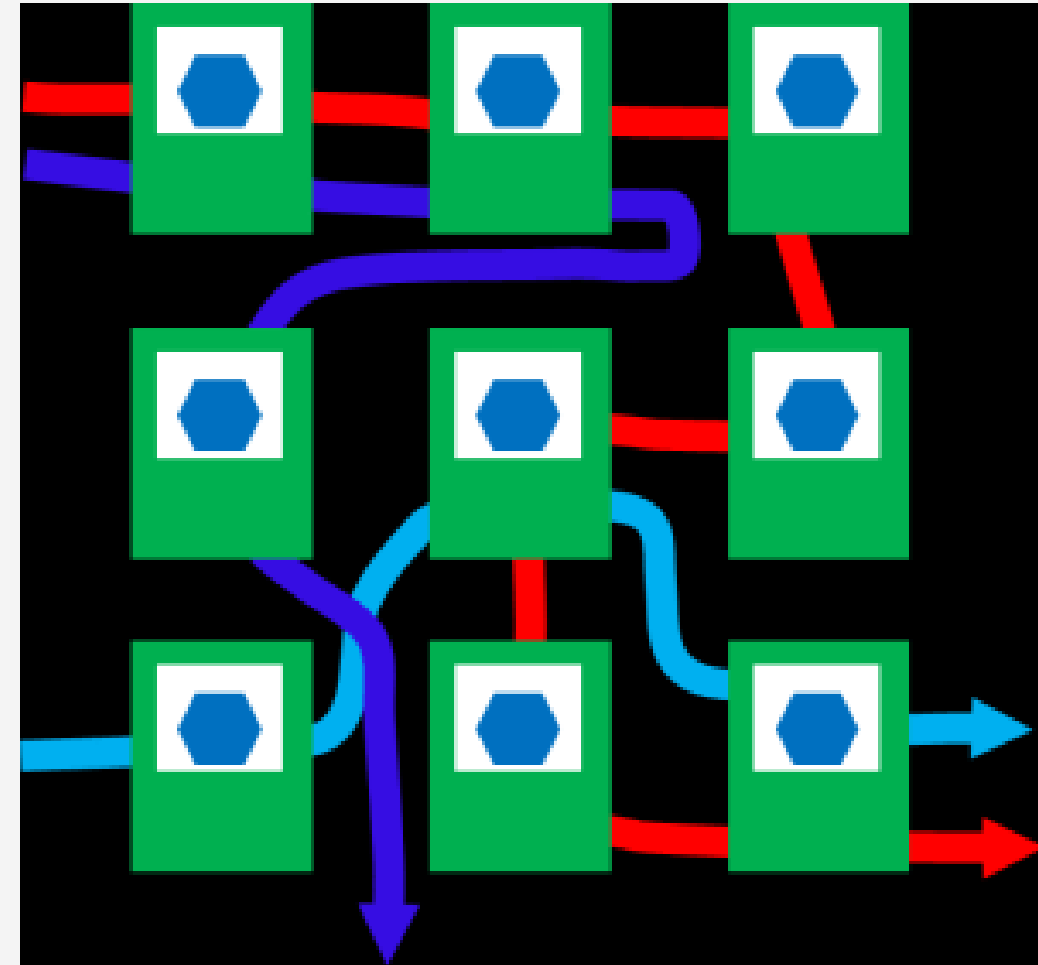
- Supóngase que hay un centro de atención que está definido por un mostrador y un área de almacenamiento. No se puede atender más de un cliente y todo cliente es atendido.
- Supóngase que los clientes llegan a una tasa de 10 clientes por hora y se mantienen en el centro 30 minutos.
- Aplicando la Ley de Little:
  - $I = R * T$
  - $I = 10 * 0.5 = 5$  clientes en promedio en cualquier momento en el centro de atención.



# Secuenciación de procesos

# Programación de sistemas por trabajos discontinuos o Job Shop

- Es un tipo de proceso de fabricación que se caracteriza básicamente en que sus tareas no necesariamente pasan a través de todos sus procesos en el mismo orden, es decir que sus productos tienen una relación de procesos y secuencias particulares.
- Es conocido también como enfoque orientado al proceso se aplica de en organizaciones que manejan bajos volúmenes de producción y ofrecen una gran variedad de referencias o productos.
- Consiste en definir la mejor secuencia de pedidos para minimizar el tiempo total de proceso (makespan) u otras variables relevantes.



# El problema de la secuenciación o programación de trabajos

- Tiene como objetivo elaborar un calendario indicando las fechas en que deben realizarse las operaciones correspondientes a cada pedido, de forma que se cumplan las fechas de entrega planificadas.
- De manera específica:
  - Definir la terminación en la fecha de entrega
  - Minimización del tiempo de producción
  - Minimización del trabajo en proceso
  - Maximización de la utilización del centro de trabajo
  - Menor costo de producción
  - Maximización de utilidades

# Conceptos básicos

- Los sistemas de programación pueden ser de carga infinita o finita.
  - La **carga infinita** ocurre cuando el trabajo se asigna a un centro de trabajo según lo que se necesite al paso del tiempo sin prestar consideración a si hay suficiente capacidad en cuanto a los recursos que se consumen para terminar el trabajo.
  - En un enfoque de **carga finita** se programa al detalle todo recurso en los tiempos de preparación y corrida para cada pedido. En esencia, el sistema determina exactamente qué se hará con cada recurso en todo momento de la jornada de trabajo.
- También se estudia si su programación es hacia adelante o hacia atrás en el tiempo.
  - La **programación progresiva**, que se refiere a la situación en la que el sistema toma un pedido y programa todas las operaciones que hay que completar oportunamente. Un sistema que proyecta la programación indica la fecha más próxima en que se termine el pedido.
  - En el sentido contrario, la **programación en retroceso** comienza en alguna fecha futura (quizás en un plazo previsto) y se programan las operaciones requeridas en sentido inverso. La programación indica cuándo debe empezarse un pedido para que se termine en una fecha específica.

# ¿Qué es secuenciación?

- La programación proporciona una base para asignar tareas a los centros de trabajo.
- La técnica de cargas de trabajo sirve para controlar la capacidad y destacar el exceso o falta de carga.
- La secuenciación especifica el orden en que deben realizarse los trabajos en cada centro.
- Los métodos de secuenciación proporcionan este tipo de información detallada. Estos métodos se conocen como reglas de prioridad para enviar trabajos a los centros de trabajo.

# ¿Qué es un centro de trabajo?

- Organización funcional cuyos departamentos se organizan alrededor de ciertos tipos de equipos u operaciones;
- En ellos, los productos fluyen por los departamentos en lotes que corresponden a los pedidos de los clientes.



# Métodos de secuenciación: Reglas de prioridad

Los métodos de secuenciación deben cumplir con ciertas reglas de prioridad, las cuales proporcionan lineamientos para establecer la secuencia en que deben realizarse los trabajos.

- Primero en entrar, primero en salir (PEPS).- el primer trabajo en llegar al centro de trabajo se procesa primero.
- Último en entrar, primero en salir (UEPS)- el último en la pila de trabajos es el primero que se procesa.
- Tiempo de procesamiento mas corto(TPC).- los trabajos mas breves se procesan y terminan primero.
- Fecha de entrega mas próxima (FEP).- el trabajo que tiene fecha de entrega más próxima se selecciona primero.
- Tiempo de procesamiento mas largo (TPL).- los trabajos mas largos y mas grandes a menudo son muy importantes y se seleccionan primero.
- Razón crítica (RC).- es un índice dinámico que se calcula dividiendo el tiempo que falta para la fecha de entrega entre el tiempo de trabajo que queda.
- Regla de Johnson.- es un enfoque que minimiza el tiempo de procesamiento para establecer la secuencia de un grupo de trabajos en dos centros de trabajo, al mismo tiempo que minimiza el tiempo muerto total en los centros de trabajo.
- Orden aleatorio: se escogen los trabajos en un orden de acuerdo a la preferencia del trabajo.

# Algunos indicadores

- Tiempo de flujo o de tránsito  $Tf$ : es el tiempo total que un trabajo está en el sistema tal que  $Tf_i = Tf_{i-1} + Tp_i$
- Tiempo de flujo promedio:  $\overline{Tf} = \frac{\sum_i Tf_i}{N}$
- Atraso  $Ta$ : es el tiempo existente entre el tiempo de flujo y la fecha de entrega  $Fe$  tal que  $Ta_i = Tf_i - Fe_i$
- Tiempo de atraso promedio:  $\overline{Ta} = \frac{\sum_i Ta_i}{N}$
- Utilización  $U$ : Porcentaje de uso del sistema como la razón entre el tiempo total de procesamiento entre el tiempo total de flujo tal que
$$U = \frac{\sum_i Tp_i}{\sum_i Tf_i}$$
- Número promedio de trabajos en el sistema:  $\bar{N} = \frac{\sum_i Tf_i}{\sum_i Tp_i}$  ó  $\frac{1}{U}$

# Programación de n trabajos en un centro de trabajo

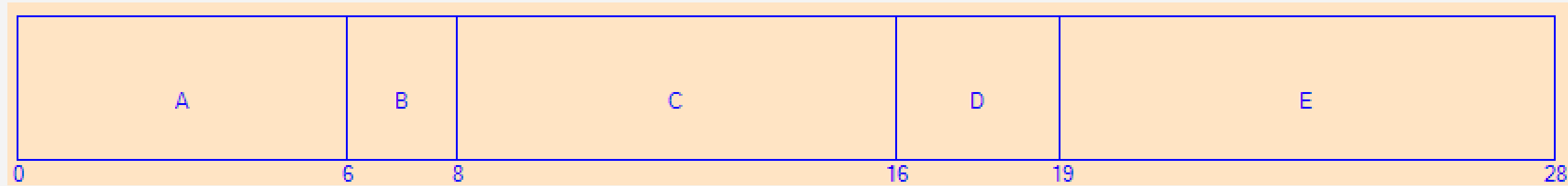
- El tipo de secuenciación se denomina n/1.
- Cinco trabajos de arquitectura serán asignados a un despacho de arquitectos la siguiente tabla contiene sus tiempos de trabajo (procesamiento) y fechas de entrega. Se quieren comparar las diferentes reglas o criterios de priorización.

TRABAJO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO DEL TRABAJO (DIAS)	FECHA DE ENTREGA DEL TRABAJO (DIAS)
A	6	8
B	2	6
C	8	18
D	3	15
E	9	23

# Primero que entra, primero que sale

TRABAJO	Tprocesamiento	Fentrega	Tiempo en tránsito	Adelanto o atraso
A	6	8	6	0
B	2	6	8	2
C	8	18	16	0
D	3	15	19	4
E	9	23	28	5
		Total	77	11
		Promedio	15.4	2.2
		Utilización	36.4%	
		Número promedio de trabajos	2.75	

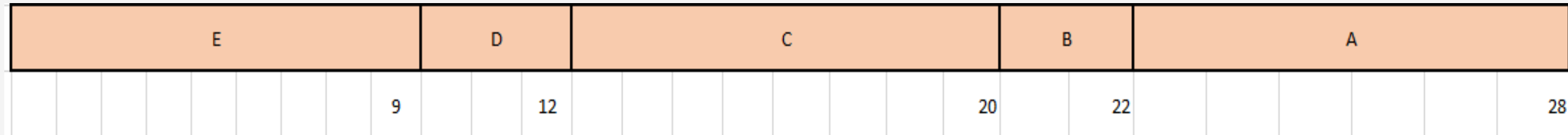
# Gráfico de Gantt: PEPS



# Último que entra, primero que sale

TRABAJO	Tprocesamiento	Fentrega	Tiempo en tránsito	Adelanto o atraso
E	9	23	9	0
D	3	15	12	0
C	8	18	20	2
B	2	6	22	16
A	6	8	28	20
		Total	81	42
		Promedio	15.2	8.4
		Utilización	34.5%	
		Número promedio de trabajos	2.9	

# Gráfico de Gantt: UEPS

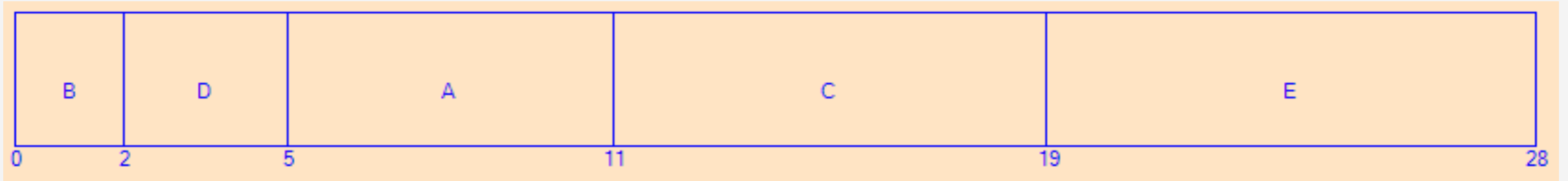


# Tiempo de procesamiento más corto

TRABAJO	Tprocesamiento	Fentrega	Tiempo en tránsito	Adelanto o atraso
B	2	6	2	0
D	3	15	5	0
A	6	8	11	3
C	8	18	19	1
E	9	23	28	5
		Total	65	9
		Promedio	13	1.6
		Utilización	43%	1.8
		Número promedio	2.32	



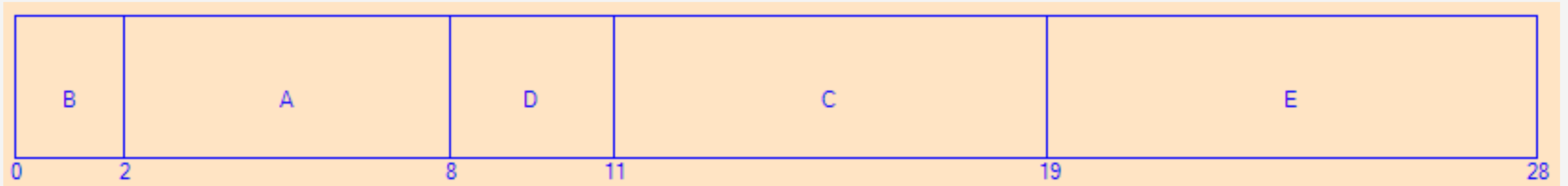
# Gráfico de Gantt: TPC



## Fecha de entrega más próxima

TRABAJO	Tprocesamiento	Fentrega	Tiempo en tránsito	Adelanto o atraso
B	2	6	2	0
D	3	15	5	0
A	6	8	11	3
C	8	18	19	1
E	9	23	28	5
		Total	47	9
		Promedio	9.4	1.8
		Utilización	60%	
		Número promedio de trabajos	1.67	

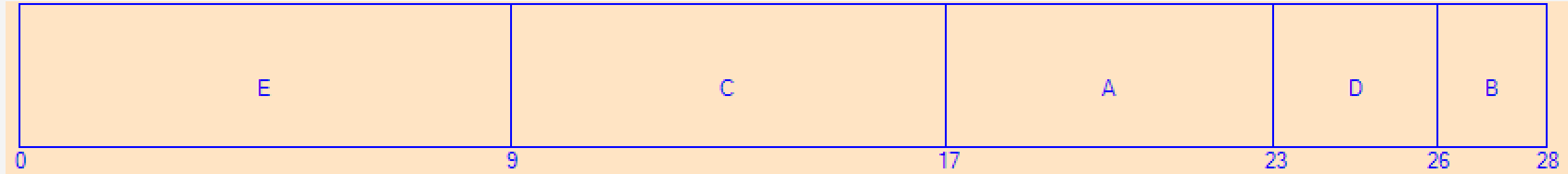
# Gráfico de Gantt: Fecha más próxima



# Tiempo de procesamiento más largo

TRABAJO	Tprocesamiento	Fentrega	Tiempo en tránsito	Adelanto o atraso
E	9	23	9	0
C	8	18	17	0
A	6	8	23	15
D	3	15	26	11
B	2	6	28	22
		Total	103	48
		Promedio	20.6	9.6
		Utilización	27.2%	
		Número promedio de trabajos	3.68	

# Gráfico de Gantt: Tiempo de procesamiento



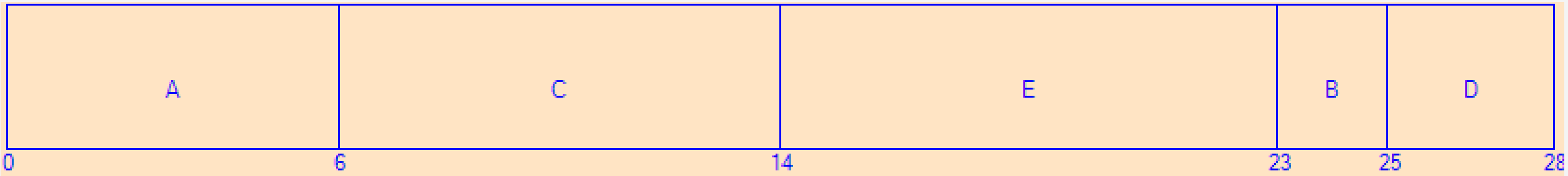
# Razón Crítica

- S un índice que se calcula dividiendo el tiempo que falta para la fecha de entrega entre el tiempo de trabajo que queda.
- La razón crítica es dinámica y fácil de actualizar. La razón crítica concede prioridad a los trabajos que se deben realizar para cumplir con el programa de embarques.
- Un trabajo con una razón crítica baja (menor que 1.0) esta atrasado respecto al programa.
- Si la RC es exactamente a 1.0, el trabajo esta a tiempo.
- Una RC superior a 1.0 quiere decir que el trabajo va adelantado y tiene holgura.
- El uso de la razón crítica puede ayudar a:
  - Determinar la situación de un trabajo específico.
  - Establecer la prioridad relativa de los trabajos partiendo de una base común.
  - Relacionar los trabajos para inventario y los que se hacen por pedido en una base común.
  - Ajustar automáticamente las prioridades (y revisar los programas) según los cambios en la demanda y el avance de los trabajos.
  - Dar seguimiento dinámico al avance de los programas.

## Razón Crítica (inicial)

TRABAJO	Tprocesamiento	Fentrega	Tiempo en tránsito	Adelanto o atraso	Radio crítico
A	6	8	6	0	1.333
C	8	18	14	0	2.250
E	9	23	23	0	2.556
B	2	6	25	19	3.000
D	3	15	28	13	5.000
			96	32	
			19.2	6.4	
			Utilización	29%	
			Trabajos	3.4	

# Gráfico de Gantt: Radio Crítico





Method	Sequence	Average flow time	Ave # in system	Utilization	Number late	Ave lateness
SPT - Shortest Processing Time	B, D, A, C, E	13	2.32	.43	3	1.8
FCFS - First Come First Serve	A, B, C, D, E	15.4	2.75	.36	3	2.2
Slack - Due date minus processing time	A, B, C, D, E	15.4	2.75	.36	3	2.2
DDATE - Earliest Due Date	B, A, D, C, E	13.6	2.43	.41	2	1.2
Moore - Minimize the number of late jobs	B, A, D, E, C	13.8	2.46	.41	1	2
LPT - Longest processing time	E, C, A, D, B	20.6	3.68	.27	3	9.6
Crit rat - (due date-today)/processing time	A, C, E, B, D	19.2	3.43	.29	2	6.4

# Resumen de criterios según QM

---

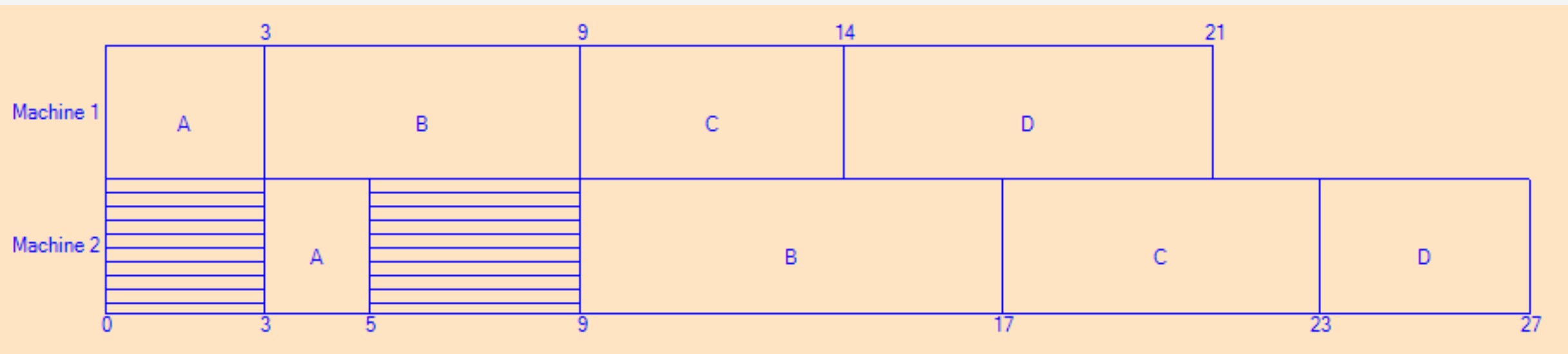
# Regla de Johnson - Secuencia de $n$ trabajos en 2 centros.

1. Es el caso de la secuenciación  $n/2$ , en el que dos o más trabajos deben procesarse en dos máquinas según un orden común.
2. Como en el caso  $n/1$ , hay un método que lleva a una solución óptima siguiendo determinados criterios. El objetivo de este método, llamado **regla de Johnson** o *método de Johnson* es minimizar el tiempo de tránsito desde el comienzo del primer trabajo hasta el final del último.
3. La regla de Johnson consta de los pasos siguientes:
  - Se anota el tiempo de operación de cada trabajo en ambas máquinas.
  - Se elige el tiempo más breve.
    - Si el tiempo breve es para la primera máquina, este se hace de primero;
    - Si es el menor tiempo corresponde a la segunda, este trabajo se deja para último.
    - En caso de empate, se hace el trabajo en la primera máquina.
4. Repita los pasos 2 y 3 con los restantes trabajos hasta completar la programación.

# En el caso de PEPS

	Machine 1	Machine 2	Order	Done Machine 1	Done Machine 2
A	3	2	first	3	5
B	6	8	second	9	17
C	5	6	third	14	23
D	7	4	fourth	21	27
Total	21	20		Makespan	27

Sequence: A, B, C, D



**Ejemplo: Se puede ilustrar este procedimiento con la programación de cuatro trabajos en dos máquinas.**

Paso 1:

Trabajo	Tiempo de operación en Máquina 1	Tiempo de operación en Máquina 2
A	3	2
B	6	8
C	5	6
D	7	4

Paso 2 y 3:

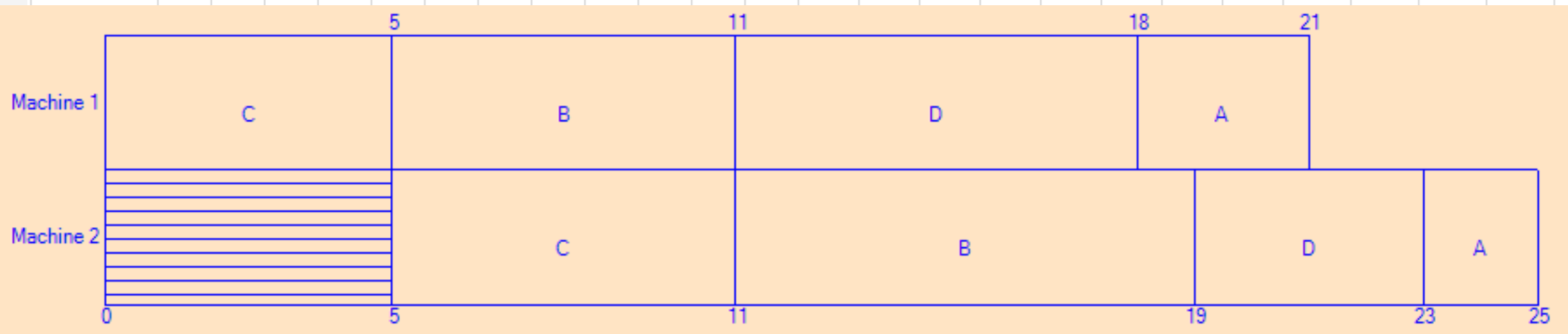
- El tiempo más corto corresponde al trabajo A en la máquina 2, por lo tanto se programa de último en esa máquina.
- Al estar programado el trabajo A, se continua con el siguiente más bajo, que es el trabajo D en la segunda máquina.
- Sigue el Trabajo C en máquina 1 y por último B sigue en la máquina 1.

# Gráfico de Gantt

	Machine 1	Machine 2	Order	Done Machine 1	Done Machine 2
A	3	2	fourth	21	25
B	6	8	second	11	19
C	5	6	first	5	11
D	7	4	third	18	23
Total	21	20		Makesp	25

Sequence: C, B, D, A

	Tiempo																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Máq. 1	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A	Ocioso			
Máq. 2	Ocioso					C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	D	D	D	D	A	A



Administración de operaciones  
Procesos “Lean” y la Teoría de las  
restricciones

# Síndrome de la eficiencia

- Si un colaborador no tiene nada que hacer se le busca algo que hacer.
- Los empleados no quieren que se les vea sin hacer nada.
- Los encargados buscan trabajo para su gente.
- La administración intenta alcanzar altos porcentajes de eficiencia
- La organización interfiere si las eficiencias son bajas.
- **SE DEBE GERENCIAR BUSCANDO LA EFECTIVIDAD**

# Principios de procesos “lean”

**Calidad perfecta a la primera** - búsqueda de cero defectos, y detección y solución de los problemas en su origen.

**Minimización del despilfarro** – eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido y redes de seguridad, optimización del uso de los recursos escasos (capital, gente y espacio).

**Mejora continua** – reducción de costes, mejora de la calidad, aumento de la productividad y compartir la información.

**Procesos "pull"** – los productos son jalados (en el sentido de solicitados) por el cliente final, no empujados por el final de la producción.

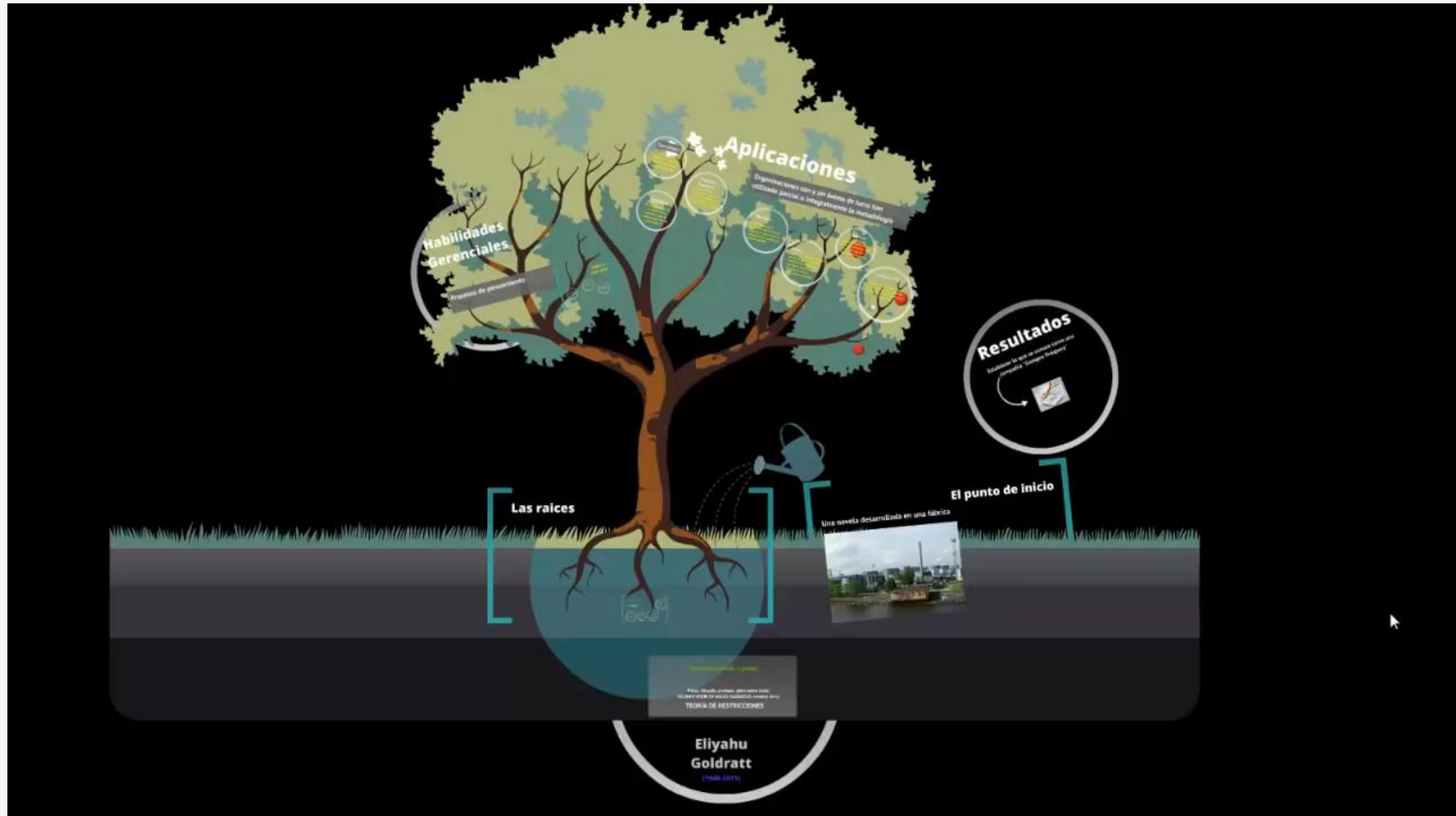
**Flexibilidad** – producir rápidamente diferentes mezclas de gran variedad de productos, sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción.

**Construcción y mantenimiento** de una relación a largo plazo con los proveedores tomando acuerdos para compartir el riesgo, los costes y la información.



- Se ha trabajado en:
  - Identificar cuellos de botellas o RESTRICCIONES
- Es necesario librar las restricciones a través de la planeación del proceso anterior al punto crítico.
- Es necesario equilibrar y sincronizar los procesos para obtener un flujo continuo de los mismos.
- Hay que procurar que los procesos sean esbeltos (lean) a fin de:
  - Obtener los recursos correctos en el lugar, momento y cantidad correctos.
  - Minimizar el despilfarro siendo flexible y abierto al cambio.

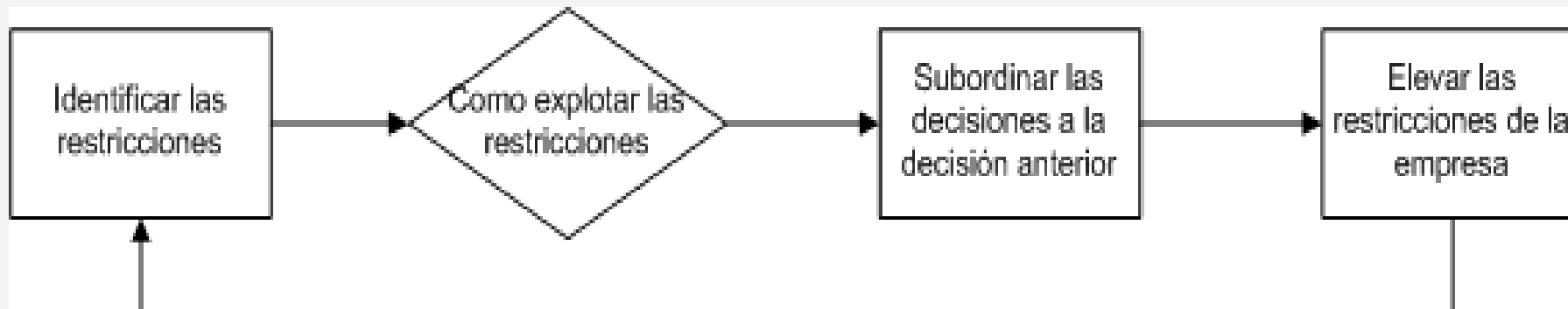
# La Teoría de las Restricciones



# Introducción

- Fue desarrollada por el físico israelí Dr. Eliyahu Goldratt a principios de los años 1980.
- Las restricciones del sistema determinan las posibilidades de obtener más de la meta de la organización.
- Contrariamente a lo que parece, sólo unas pocas restricciones que impiden alcanzar las metas.
- Restricción no es sinónimo de recurso escaso. Son en general criterios de decisión erróneos.
- Define un Procesos de Pensamiento, que permite responder de una manera lógica y sistemática a tres preguntas clave:
  - ¿Qué cambiar?
  - ¿A qué cambiar?
  - ¿Cómo provocar el cambio?

# Cómo “eliminar” las restricciones



**¿Qué tipo de restricciones cree usted que son más comunes en nuestras empresas: políticas o físicas? ¿Cuáles cree usted que son más fáciles de identificar?**

# Identificar las restricciones

- Es tal vez el más difícil ya que normalmente ya que se llama "**restricción**" a los síntomas de no usar correctamente el sistema.
- En general aparecen miles de restricciones: falta de gente, falta de máquinas, falta de materiales, falta de dinero, falta de espacio, políticas macroeconómicas, ausentismo, exceso de stocks, etc.
- La Teoría General de los Sistemas sostiene que cualquiera sea el sistema y su meta, siempre hay unos pocos elementos que determinan su capacidad, sin importar cuán complejo o complicado sea.

# Decidir cómo explotar las restricciones

- Las restricciones impiden al sistema alcanzar un mejor desempeño en relación a la Meta principal.
- Es fundamental, decidir cuidadosamente cómo utilizarlas y explotarlas.
- Dependiendo de cuáles sean las restricciones del sistema, existen métodos para obtener de ellas el máximo provecho.

# Subordinar todo lo demás a la decisión anterior

- Este paso consiste en obligar al resto de los recursos a funcionar al ritmo que marcan las restricciones del sistema.
- Definir las interdependencias entre los recursos que la componen.
  - No tiene sentido exigir a cada recurso el máximo rendimiento respecto de su capacidad.
  - Se le debe exigir que actúe de manera de facilitar que las restricciones puedan ser explotadas.
- La subordinación al ritmo que marcan las restricciones.

# Elevar las restricciones de la empresa

- Para seguir mejorando es necesario aumentar la capacidad de las restricciones.
- Éste es el significado de ELEVAR.
- En general nuestra la tendencia es realizar este paso sin haber completado los pasos anteriores.
- Procediendo de ese modo se está aumentando la capacidad del sistema sin haber obtenido aún el máximo provecho del mismo según como estaba definido originalmente.



# Volver al Paso 1

- En cuanto se ha elevado una restricción se debe estudiar si ésta sigue siendo una restricción.
- Si se rompe la restricción es porque ahora existen otros recursos con menor capacidad.
- Se debe volver al Paso 1, comenzando nuevamente el proceso.

# Ejemplo de políticas

Gestión de la Capacidad.	<b>Conocer.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la capacidad máxima del sistema productivo.</li> <li>• Conocer el throughput y beneficio máximos del sistema productivo.</li> <li>• Orientar las decisiones de aceptación de pedidos y objetivos de producción.</li> </ul>	<b>Explotar.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Producir el 100% de la capacidad disponible.</li> <li>• Conseguir un menor coste unitario.</li> <li>• Mejorar la capacidad de respuesta ante urgencias con menor generación de ruido.</li> </ul>	<b>Mejorar.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflorar capacidad oculta en el sistema productivo.</li> </ul>
	<b>Conocer.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el plazo que puede conseguir el sistema productivo</li> <li>• Dar fechas de entrega al mercado.</li> </ul>	<b>Explotar.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir las fechas de entrega.</li> </ul>	<b>Mejorar.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponer de mayor protección para el cumplimiento de las fechas de entrega.</li> <li>• Reducir los plazos de entrega ofrecidos al mercado.</li> </ul>
Gestión de Inventarios.	Dimensionamiento óptimo del inventario de producto en curso, con lo cual: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora la capacidad de respuesta del sistema.</li> <li>• Se reducen los costes –financieros, de mantenimiento y de gestión- del exceso de inventario.</li> </ul>		
Mejora de Procesos.	Focalización de los esfuerzos de mejora de procesos hacia aquellos que más benefician al conjunto del sistema: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de procesos en la LTD: mejor explotación de la limitación, aflorando capacidad oculta en el sistema y mejorando la calidad para evitar reprocesos.</li> <li>• Mejora de los procesos que afectan al cumplimiento del Programa de la LTD.</li> <li>• Mejora de los procesos que afectan al cumplimiento del Programa de Entregas.</li> </ul>		
Comunicación interna y trabajo en equipo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de conflictos y trabajo en equipo entre comercial y producción.</li> <li>• Alineación de los óptimos locales de producción con el óptimo global.</li> </ul>		