



# ICS3213 – Gestión de Operaciones

Sección 3

Primer Semestre 2025

Profesor: Rodrigo A. Carrasco

# Avisos

- El material de esta sección lo pueden encontrar en Canvas.
- Para esta sección les recomiendo los capítulos:
  - 3 del libro “Matching Supply With Demand”, por Cachon y Terwiesch
  - 6 del libro “*Administración de Operaciones*” por R. Chase, F. Jacobs y N. Aquilano.
- El jueves tendremos un control de materia durante la clase.

# Análisis de procesos

- Una de las decisiones estratégicas más importantes es “cómo producir”.
- Está asociada y depende de la capacidad.
- Esto tendrá implicancias en toda la cadena pues define:
  - Tecnologías
  - Flexibilidad
  - Eficiencia
  - Costos
  - Etc.
- ¿Cómo analizamos esta decisión?

# Analizando un proceso productivo

- ¿Cómo analizamos un proceso productivo?

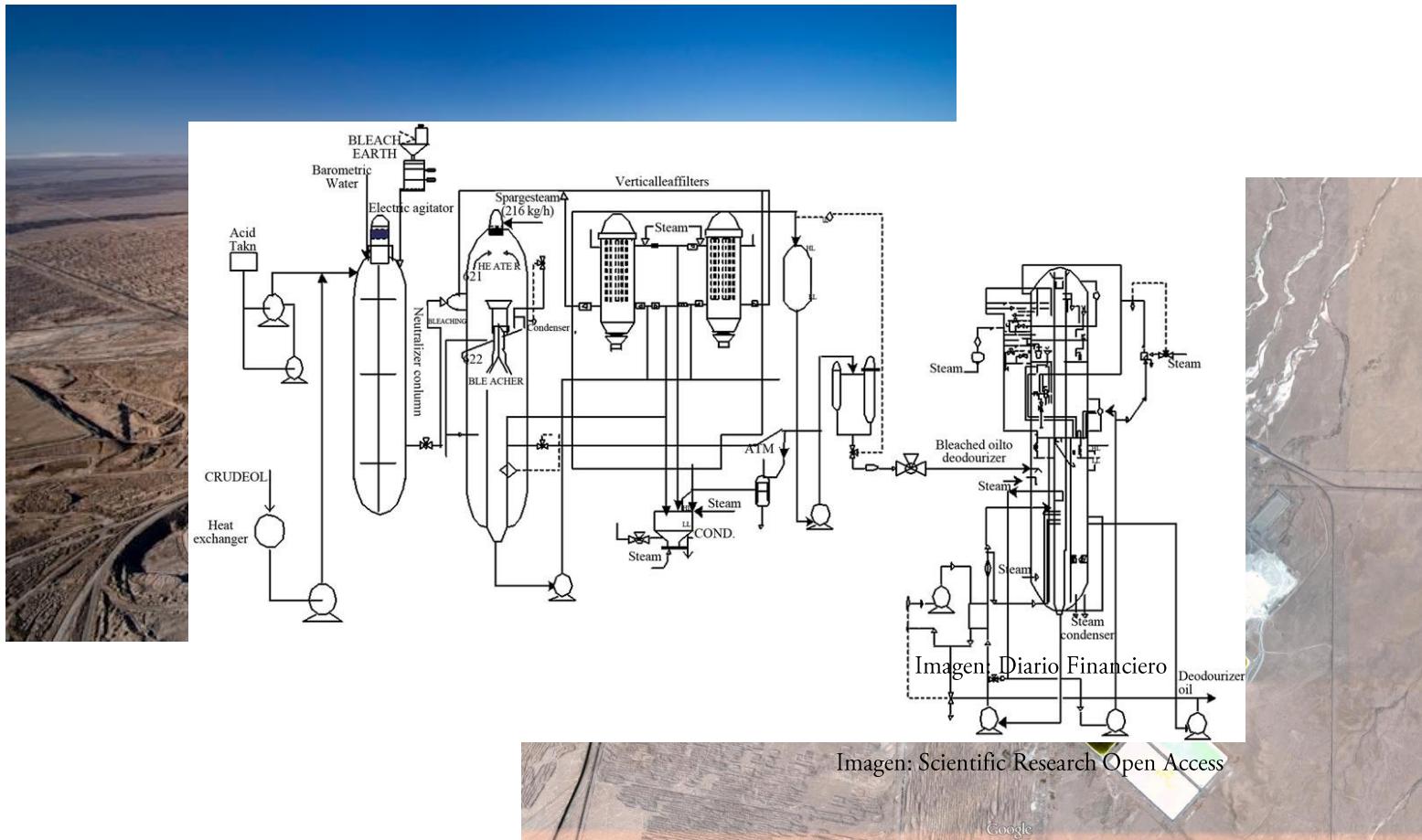


Imagen: Scientific Research Open Access

Google

Imagen: Google Maps

# Analizando un proceso productivo

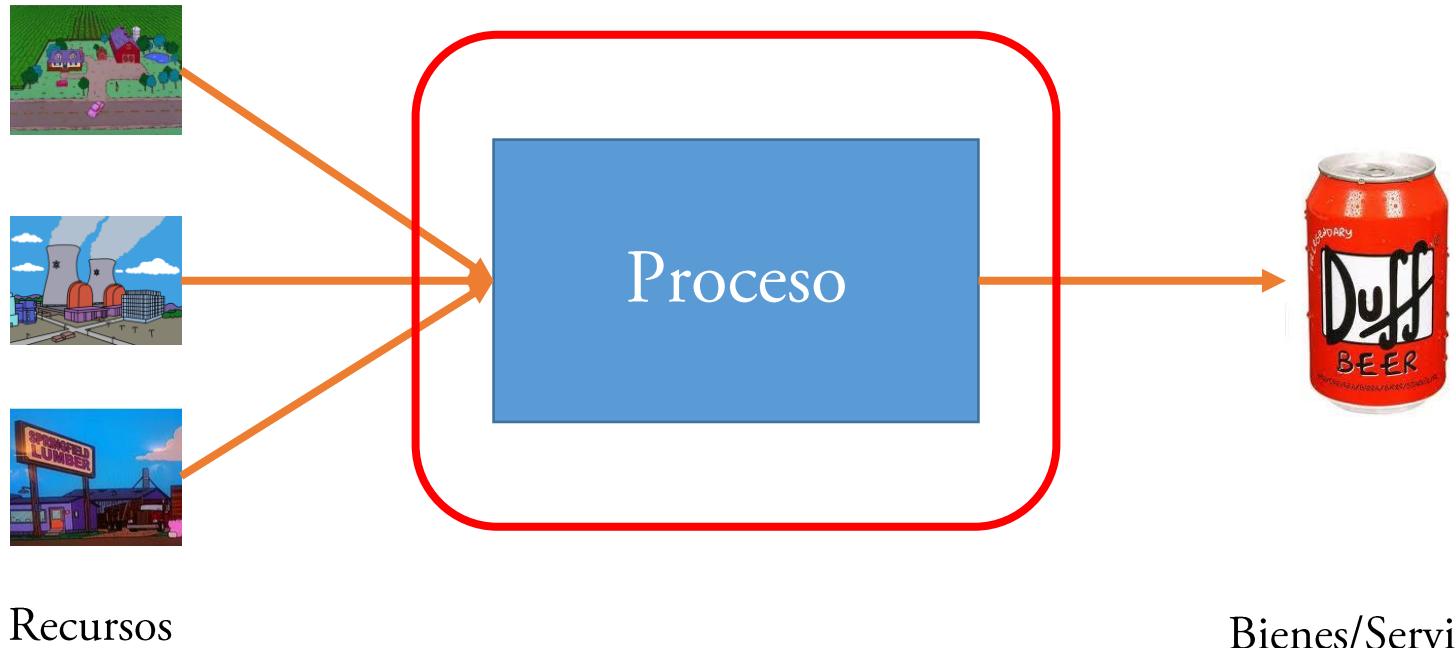
- ¿Cómo analizamos un proceso productivo?



Imagen: Diario Financiero

# Análisis de procesos

- Los procesos a través de los cuales generamos bienes o servicios pueden ser esquematizados



Recursos

Bienes/Servicios

# ¿Por qué es importante?

- Modelar procesos ayuda a comprender y comunicar las complejidades y las dependencias de los distintos tipos de procesos encontramos una organización
  - Logística
  - Operaciones
  - Planificación
- Permite que los procesos sean analizados y mejorados.
  - Eficiencia organizacional y operacional y excelencia
- Gestionar las inversiones en:
  - Recursos
  - Soluciones TI
- Estandarizar procesos y administrar el conocimiento.

# Hay múltiples formas de hacerlo

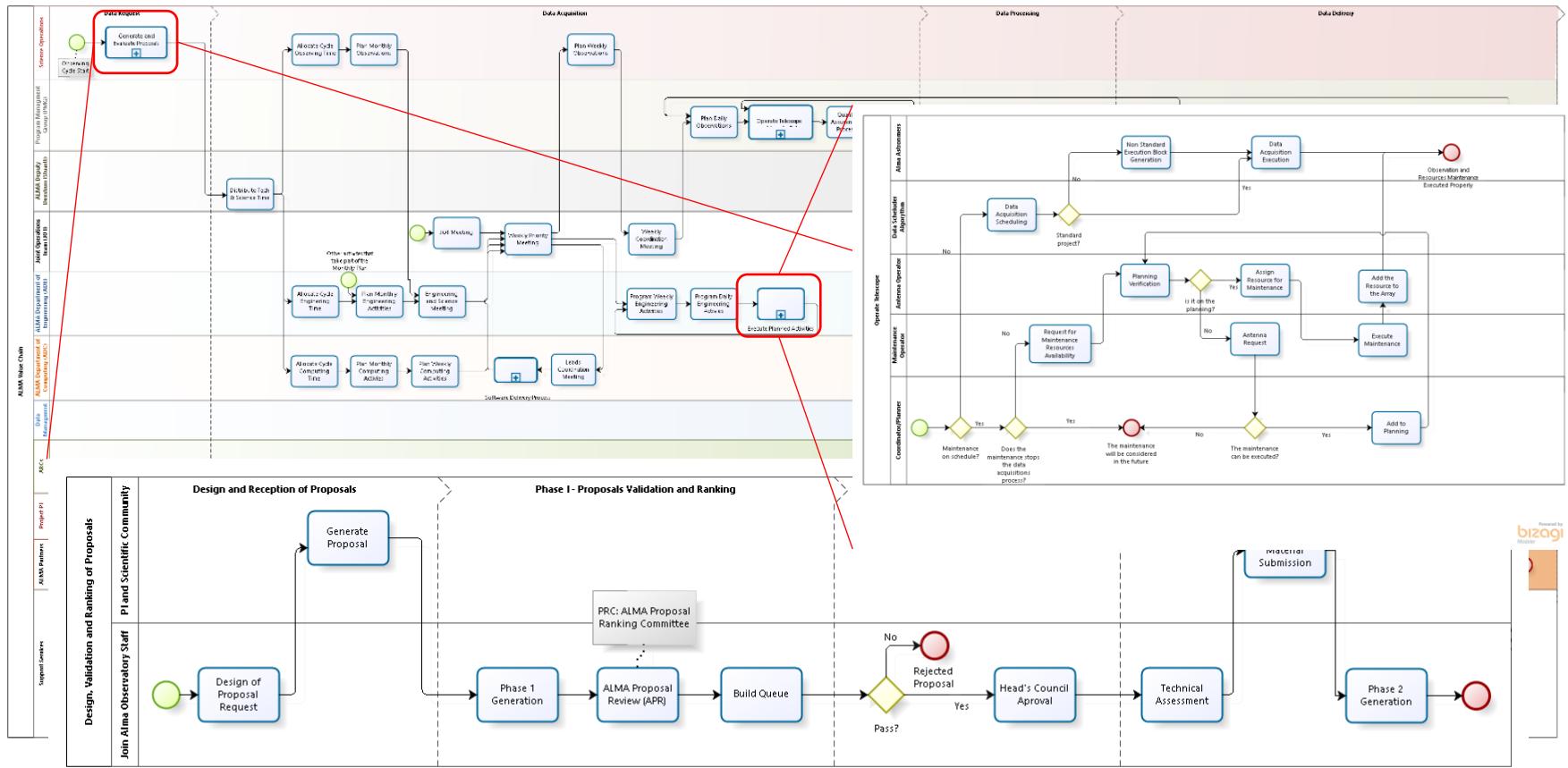
- Técnicas comúnmente utilizadas para modelar procesos:
  - UML (Unified Modeling Language)
    - BPMN (Business Process Model and Notation)
  - Flujogramas
  - Lean VSM (Value Stream Mapping)

# BPMN

- BPM es administrado por el Object Management Group (OMG) también es responsable de la metodología de UML.
- BPMN utiliza cuatro categorías de elementos principales:
  - Objeto de flujo: Eventos, Actividades, Puertas o control de flujo.
  - Objetos de Conexión: Flujo de secuencia, Flujo de mensaje, Asociaciones
  - Swimlanes (carriles de piscina): Pool, lane
  - Artefactos: Objeto de dato, grupo, Anotación.

# Ejemplo

- Veamos un ejemplo de un proceso real que hemos levantado:



# BPMN

- **Definición:** Business Process Modeling Notation (BPMN) es una notación gráfica para visualizar y modelar los procesos.
- **BPMN** se usa para comunicar una amplia variedad de información para diferentes audiencias. BPMN está diseñado para cubrir muchos tipos de modelado (Flexibilidad).
- Pasos:
  - Definir el proceso a modelar. Inicio y Termino.
  - Definir el objetivo de la modelación.
  - Definir la granularidad de la modelación.

# Esquema de un proceso

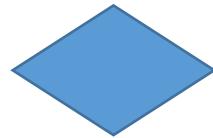
- Para analizar capacidad la gran mayoría de los procesos pueden ser esquematizados con los siguientes bloques



Operación/Actividad



Demora



Decisión



Transporte



Almacenaje

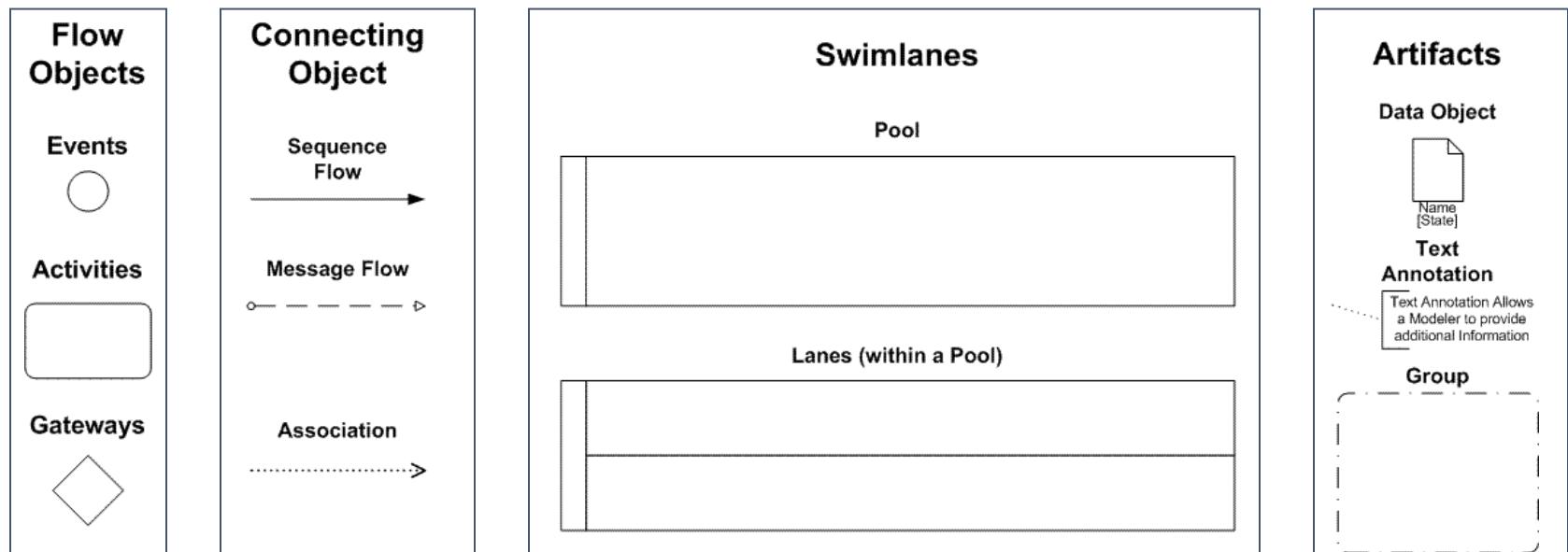


Transmisión electrónica

# Elementos del BPMN

- Elementos del BPMN:

- Objeto de flujo: Eventos, Actividades, Puertas o control de flujo.
- Objetos de Conexión: Flujo de secuencia, Flujo de mensaje, Asociaciones
- Swimlanes (carriles de piscina): Pool, lane.
- Artefactos: Objeto de dato, grupo, Anotación



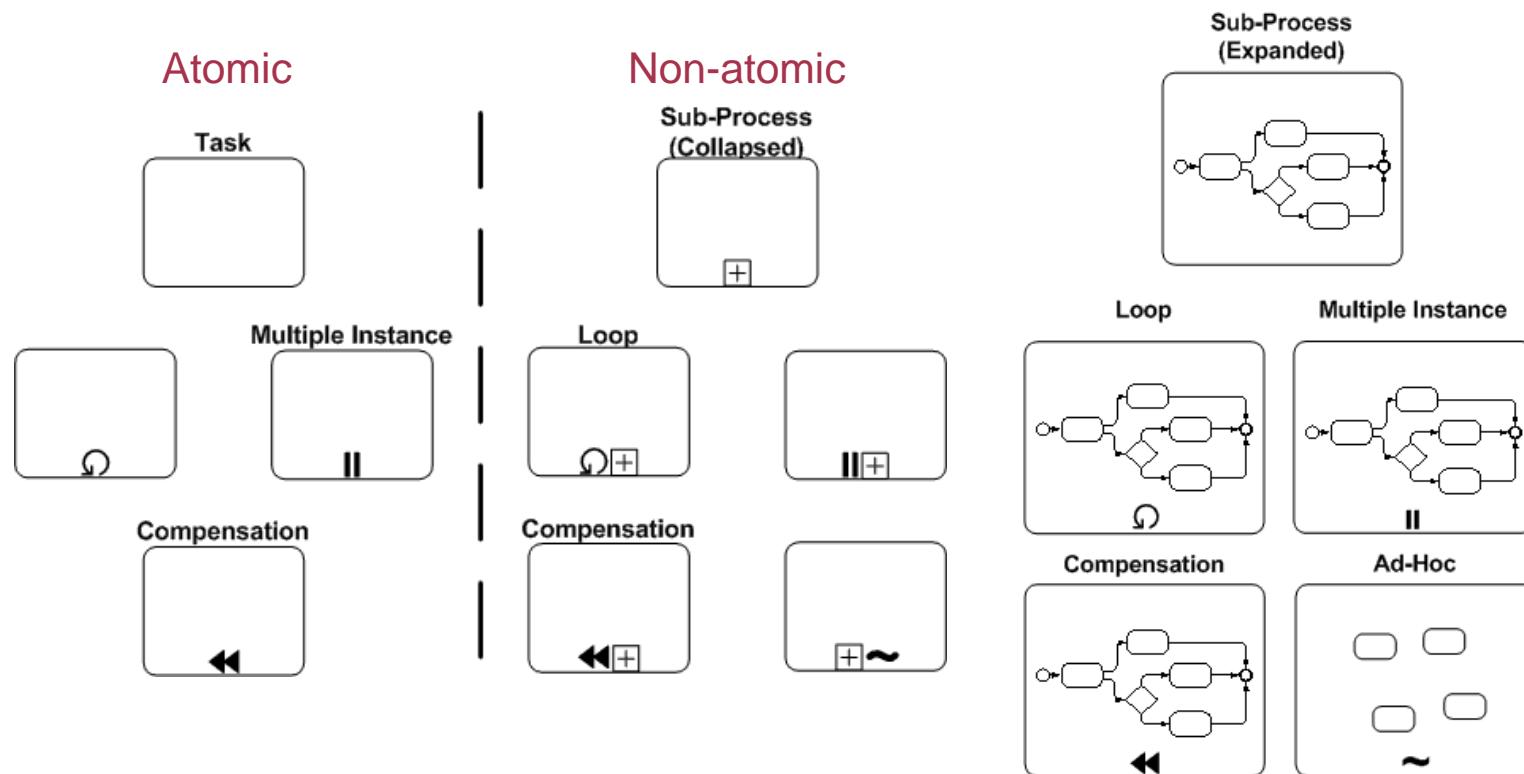
# Eventos

- Un evento es algo que "ocurre" en el transcurso de un proceso de negocios. Estos eventos afectan el flujo del proceso y generalmente tienen una causa (gatillo) o un impacto (resultado).
- Los eventos son círculos que permiten caracterizar distintos puntos en el proceso.
  - Existen tres tipos de eventos, basados en cuando afectan el flujo: Inicio, intermedio y fin.
  - Tienen también otros descriptores: Mensaje, temporizador, regla.



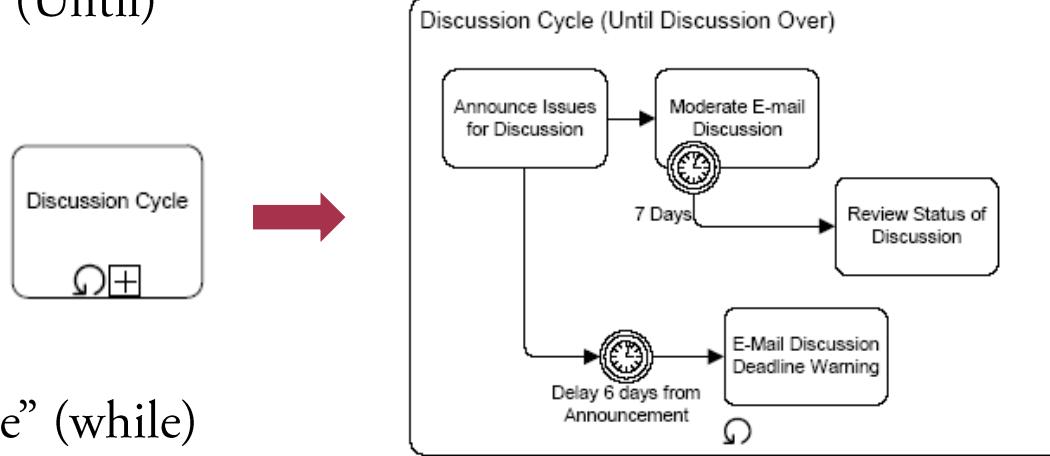
# Actividades

- La actividad puede ser simple o compuesta.
  - Simple (Atómica): Actividades.
  - Compuesta (Sub-atómica): Sub-procesos (colapsada & expandida)
- La representación es por rectángulos.

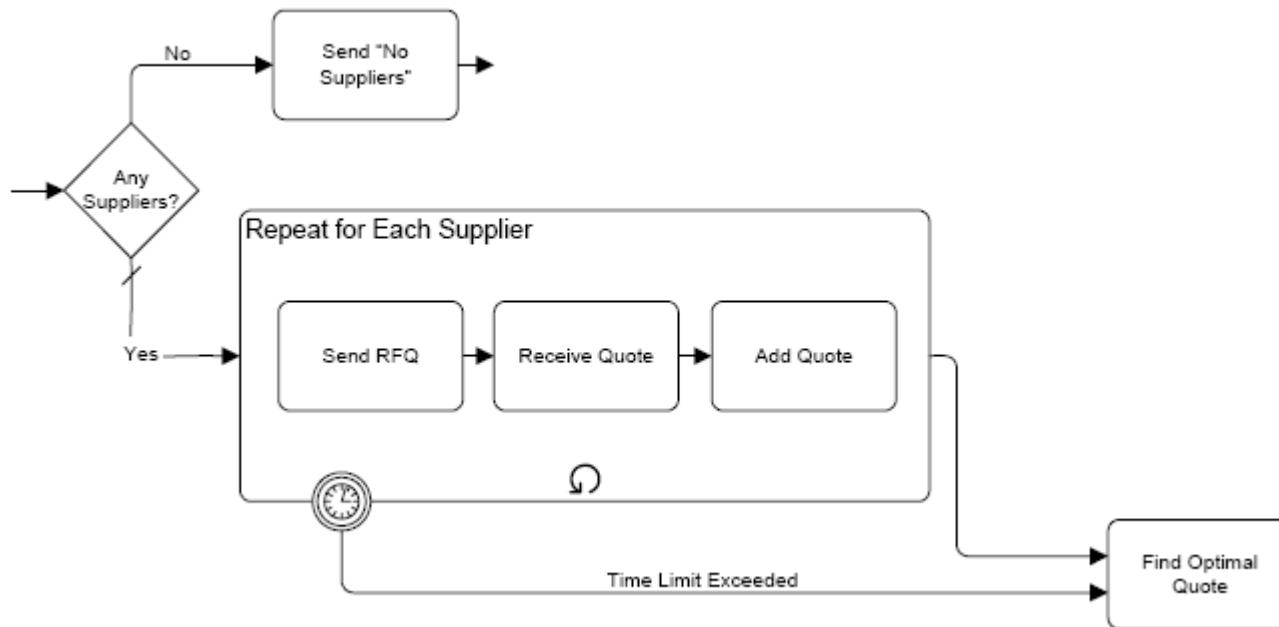


# Actividades con Loop.

- Loop de “Hasta” (Until)

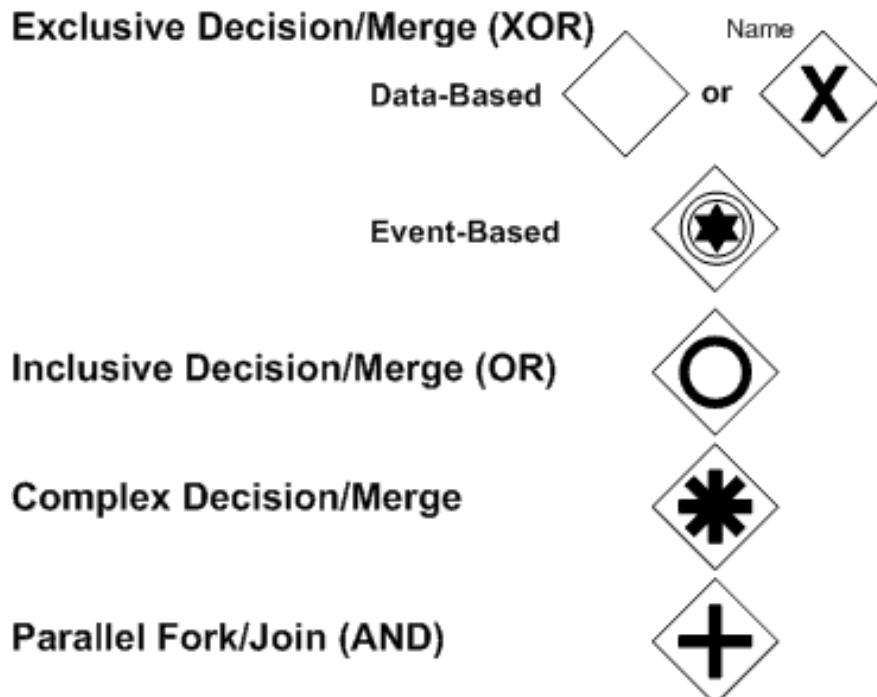


- Loop de “durante” (while)



# Puertas o condiciones (Gateway)

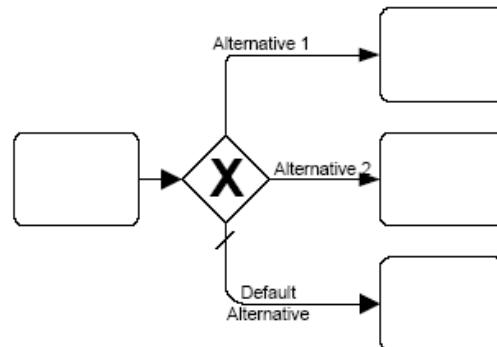
- Una puerta de entrada se utiliza para controlar la divergencia y la convergencia del flujo de secuencia. Por lo tanto, determinará ramificación, bifurcar, fusión y Unión de caminos. Marcadores internos indicarán el tipo de control de comportamiento.



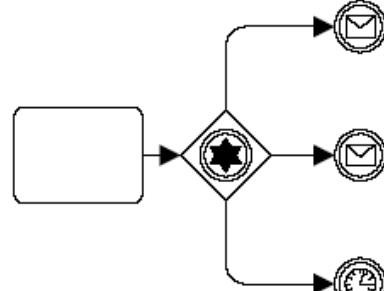
# Decisiones excluyentes (XOR)

- Decisiones excluyentes son ubicaciones dentro de un proceso de negocios donde el flujo de secuencia puede tomar dos o más caminos alternativos. La exclusiva decisión tiene dos o más flujo de secuencia saliente, pero sólo uno de ellos puede tomarse durante la realización del proceso. Existen dos tipos de decisiones exclusivas:

- Basado en datos:

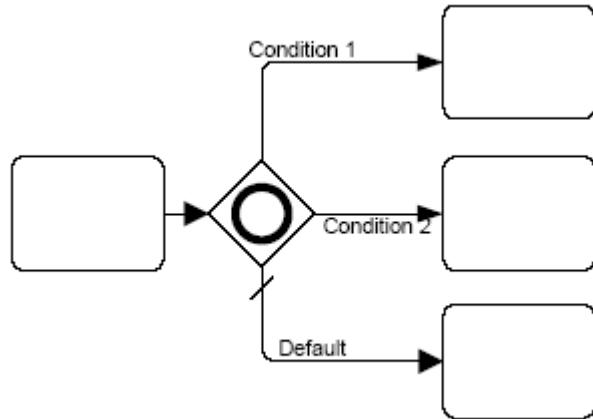


- Basado en eventos:



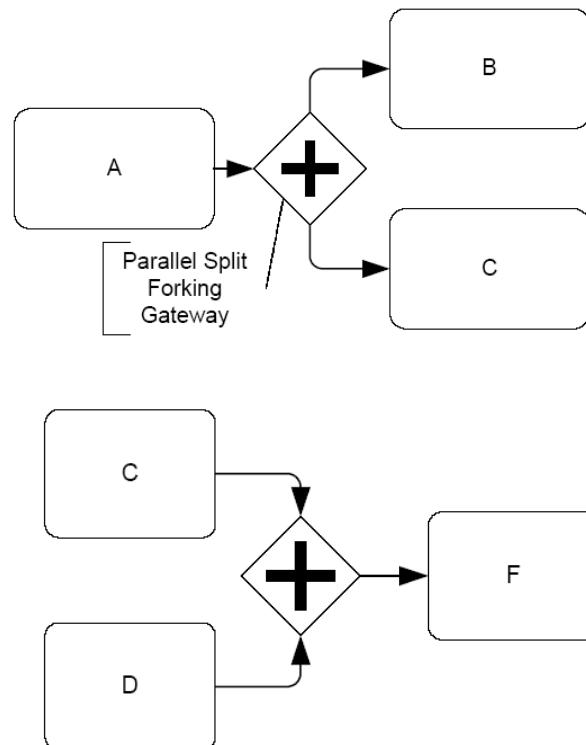
# Decisiones incluyentes (OR)

- Esta decisión representa un punto de ramificación donde alternativas se basan en expresiones condicionales. Sin embargo, en este caso, la verdadera evaluación de una expresión de la condición no excluye la evaluación de otras expresiones de la condición. Puesto que cada paso es independiente, todas las combinaciones de los caminos se pueden tomar, de cero a todos. *Sin embargo, debe diseñarse para al menos un camino por defecto.*



# Puertas Paralelas (AND)

- Puertas paralelas proporcionan un mecanismo para **sincronizar el flujo paralelo y crear flujo paralelo**. Estos portales no están obligados a crear flujo paralelo, pero pueden utilizarse para aclarar el comportamiento cuando el flujo es paralelo.

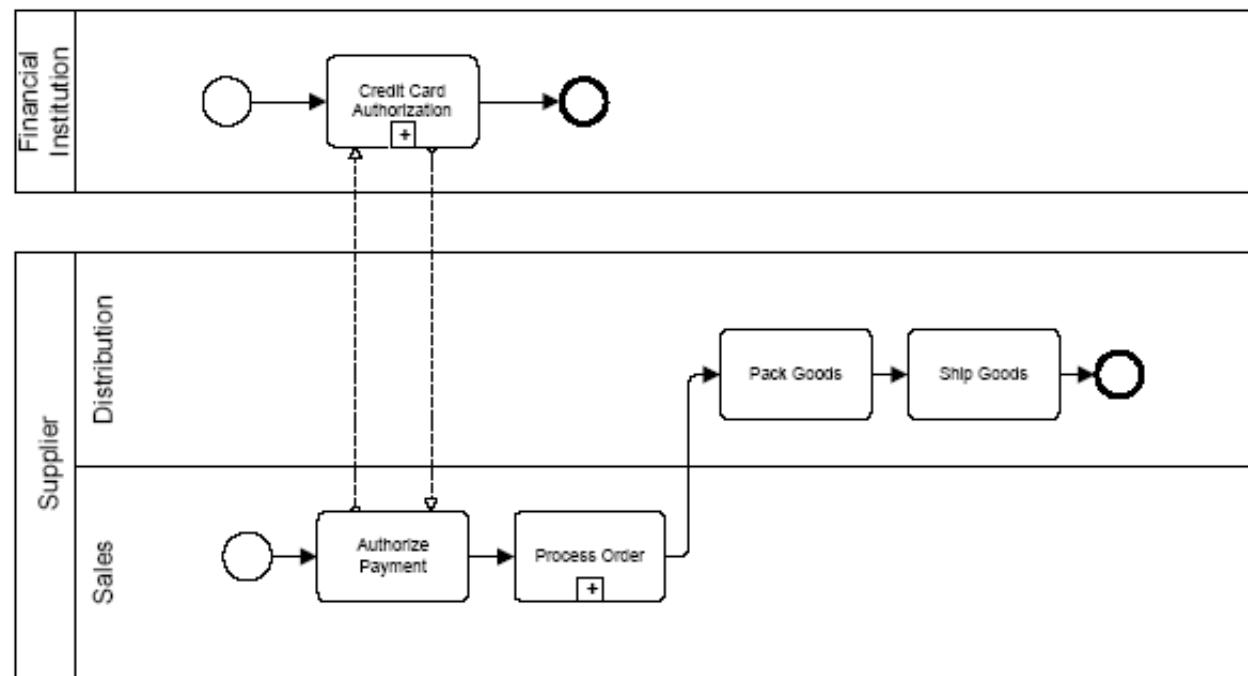


# Mensajes

- Un flujo de mensajes se utiliza para mostrar el flujo de mensajes entre dos participantes que están dispuestos a enviar y recibir.

○ — Name or Message — ▷

- Ejemplo:



# Definiciones

- Al analizar un proceso usaremos:
- Tiempo de Flujo o Producción
  - Tiempo total de un ítem en el sistema.
- Tiempo de Ciclo
  - Tiempo promedio entre la producción de unidades consecutivas.
- Tasa de Producción
  - Unidades de una operación por unidad de tiempo.
- Capacidad
  - Tasa de producción máxima del sistema.
- Utilización
  - Razón entre el tiempo activo de un recurso y su tiempo disponible.



# Análisis de Capacidad

- El análisis de capacidad de un proceso consta de:
  - Definir el tipo (o mix) de ítems a procesar.
  - Determinar el consumo de tiempo que hace cada ítem en cada operación.
  - Determinar el tiempo disponible de cada operación.
  - Determinar el número de operarios de cada tipo y multiplicar con la disponibilidad individual.
  - Determinar la capacidad.

# Ejemplo: Fabrica de sillas

- Tres operaciones principales:
  - Cortar – 12 minutos por silla (0.2 horas)
  - Pulir y ensamblar – 30 minutos por silla (0.5 horas)
  - Barnizar – 24 minutos por silla (0.4 horas)
- Todas las sillas pasan por cada operación.
- Hay un operario por operación.
- Cada operario tiene 8 horas de trabajo al día.

# Proceso: fabricación de sillas

- Esquema:

1

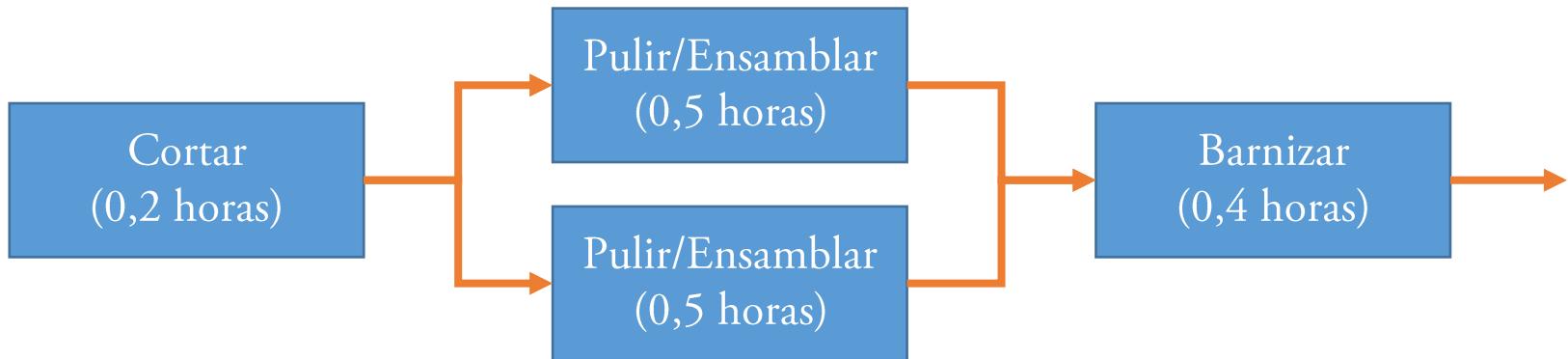


Operador	Actividad	Consumo (horas/silla)	Disponibilidad (horas por día)	Capacidad (sillas por día)	Utilización
1	Corte	0.2	8	40	40%
2	Ensamblado	0.5	8	16	100%
3	Barnizado	0.4	8	20	80%
<b>Sistema</b>				<u>16</u>	

# Proceso: fabricación de sillas

- Mejora del cuello de botella:

(2)

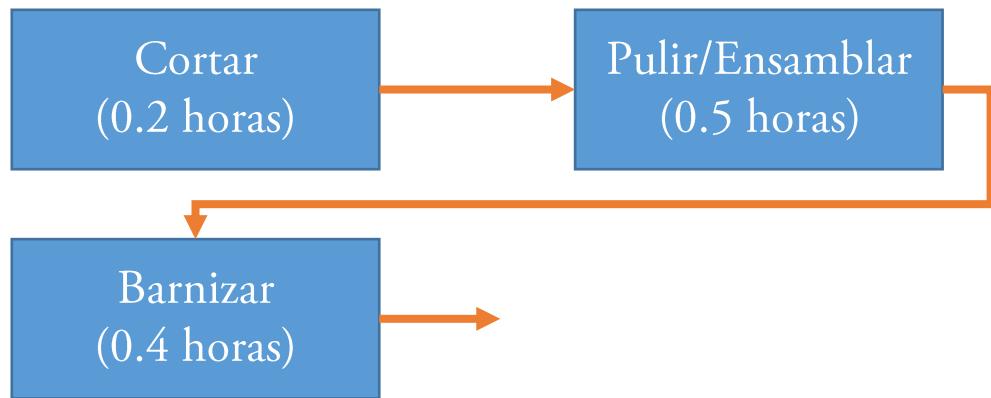


Operador	Actividad	Consumo (horas/silla)	Disponibilidad (horas por día)	Capacidad (sillas por día)	Utilización
1	Corte	0.2	8	40	50%.
2	Ensamblado	0.5	16	32	62.5%.
3	Barnizado	0.4	8	20	100%.
<b>Sistema</b>				<u>20</u>	<u>20</u>

# Proceso: fabricación de sillas

- Mejora de la utilización:

3



Operador	Actividad	Consumo (horas/silla)	Disponibilidad (horas por día)	Capacidad (sillas por día)	Utilización
1	Corte + Barnizado	$0.2 + 0.4 = 0.6$	8	13.3	100%
2	Ensamblado	0.5	8	16	83%
	<b>Sistema</b>			13.3	

# ¿Cuál de las dos opciones es mejor?

- Supongamos que cada trabajador recibe \$10,000 por día.
- ¿Cuánto es el costo de fabricar una silla en cada escenario?

1	\$30000 sillas 16	→ \$ 1875 / silla	ingresos : 800000 - 30000 \$ 770000
2	\$ 40000 sillas 20	→ \$ 2000 / silla	ingresos : 1000000 - 40000 \$ 960000
3	\$ 20000 silla 13.3	→ \$ 1504 / silla	ingresos 665

silla se vende \$50000

# Tiempos de flujo y ciclo



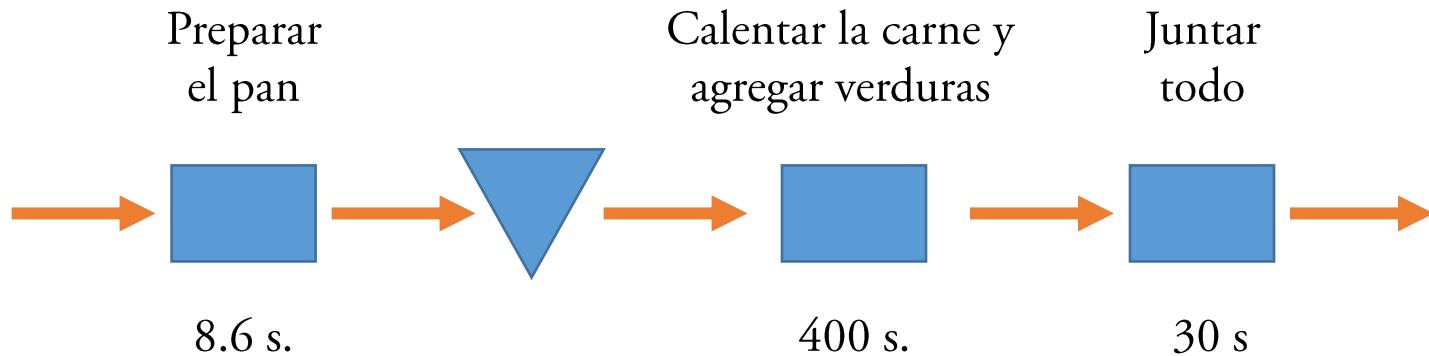
- ¿Cuánto se demora en producir la primera silla?
- ¿Cuánto se demora en producir 2 sillas?
- ¿Cuánto se demora en 22 sillas?

# Análisis de tiempo

	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126
Cortar	1	1	2	2	3	3															
Pulir			1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3				
Barnizar								1	1	1	1		2	2	2	2		3	3	3	3

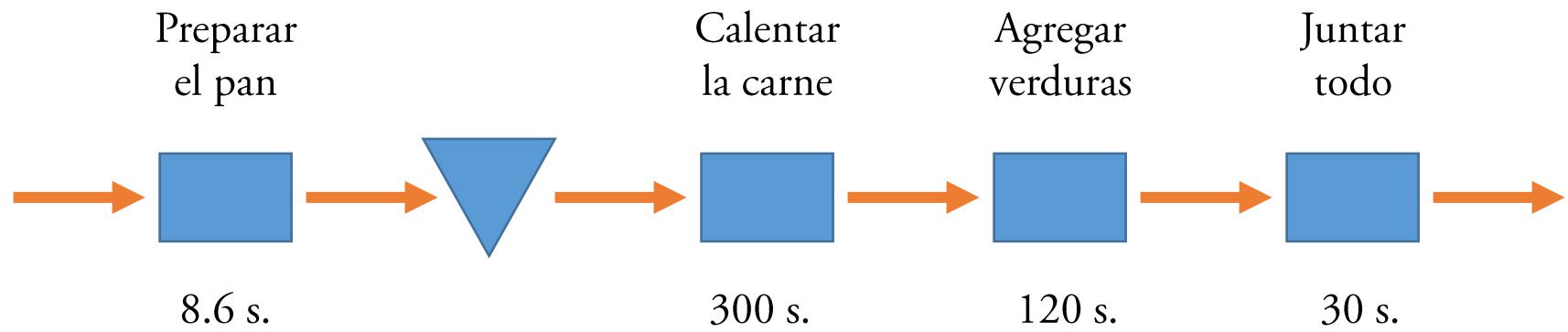
- El primer trabajo termina después de
- El segundo trabajo termina después de
- El tercer trabajo termina después de
- 22 sillas demoran:

# Producción de Hamburguesas



- ¿Capacidad del proceso? ¿Tiempo de Flujo?

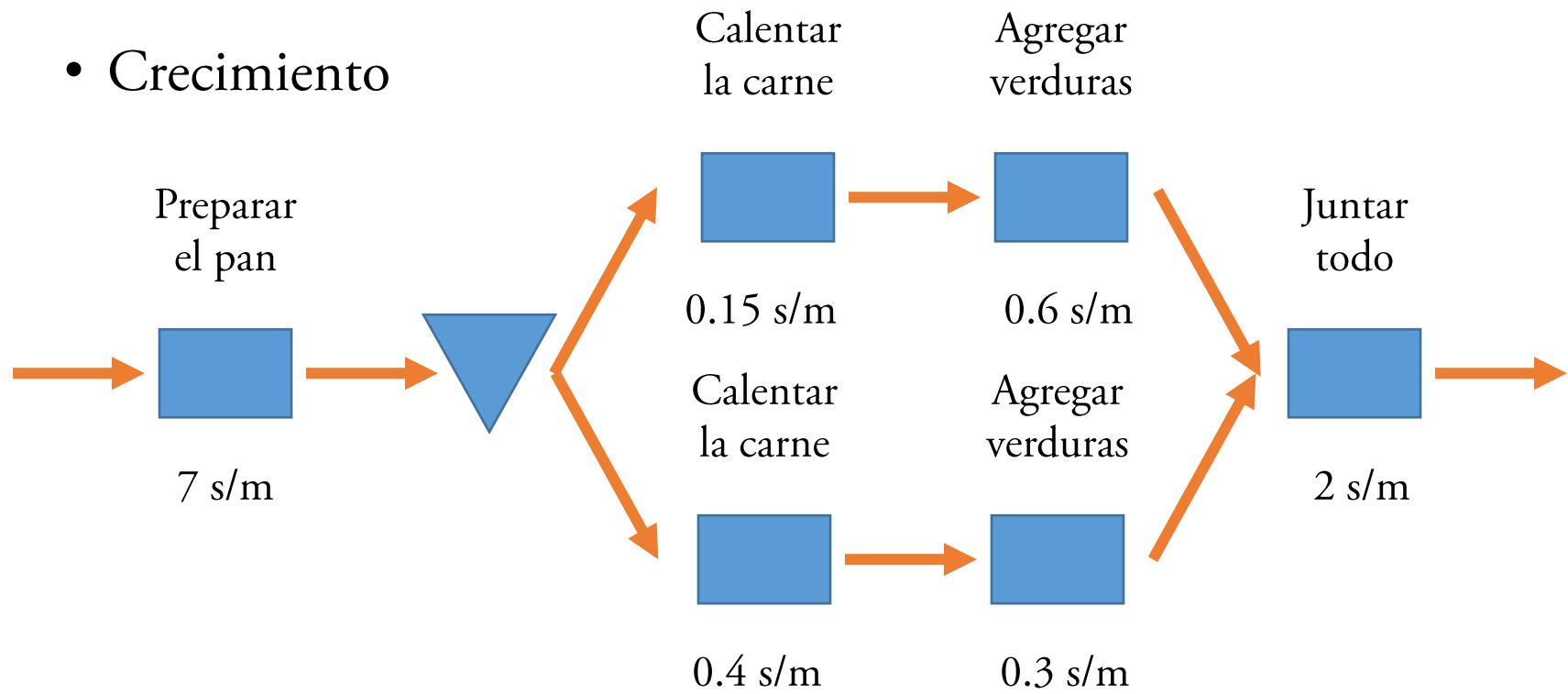
# Producción de Hamburguesas



- ¿y ahora?

# Producción de Hamburguesas

- Crecimiento



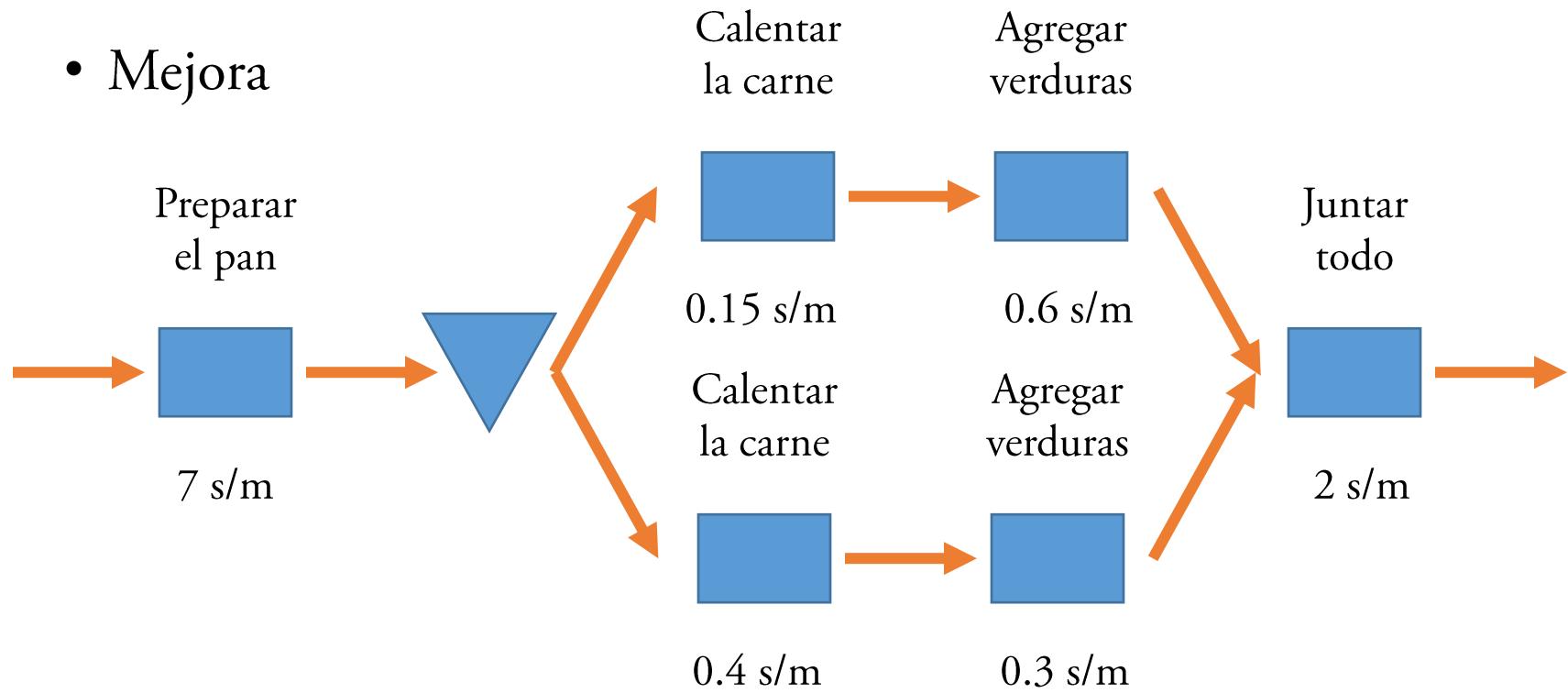
- ¿Nueva capacidad?

# Mejoras de capacidad

- ¿Cómo aumentamos la capacidad de un proceso?
  - Paralelizar actividades
  - Cambiar secuencia de actividades
  - Redistribuir la carga / Especialización

# Producción de Hamburguesas

- Mejora

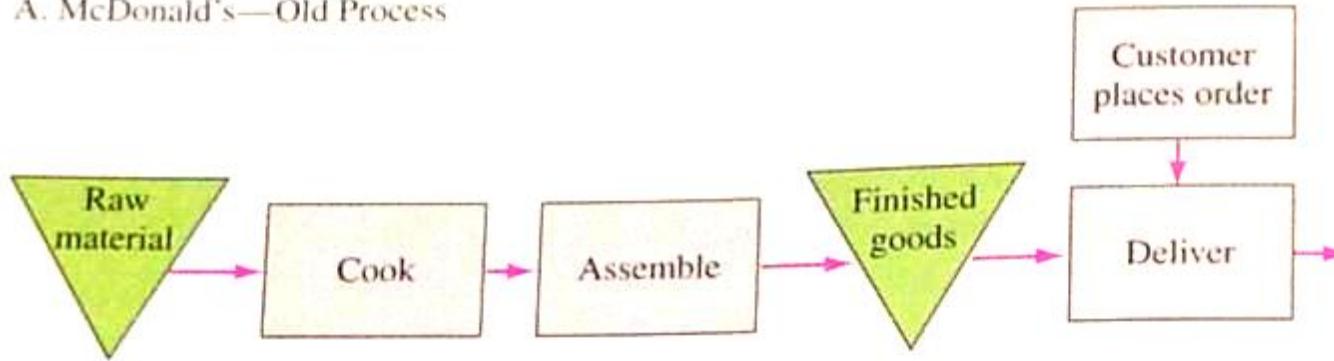


- ¿Nueva capacidad?

# El diseño de los procesos es fundamental

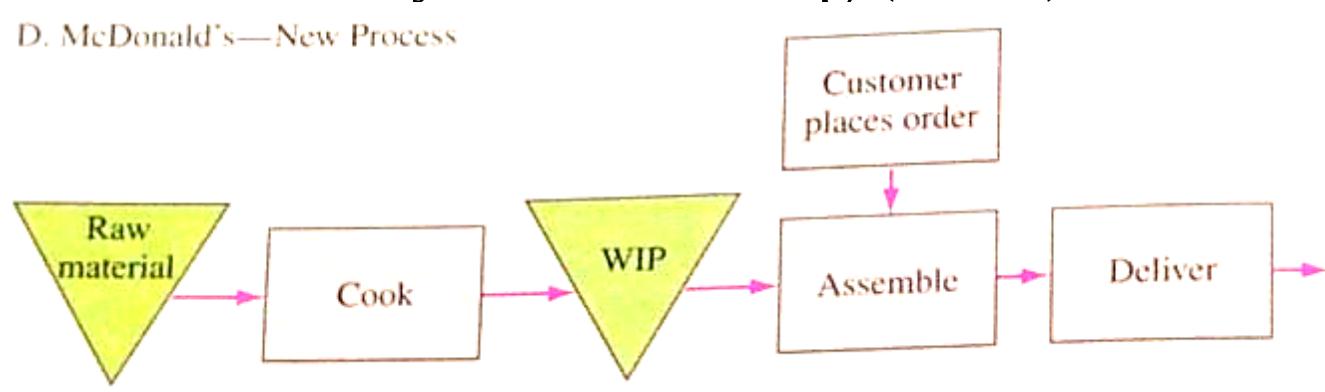
- McDonalds – “Made for You”
- Proceso Original

A. McDonald's—Old Process



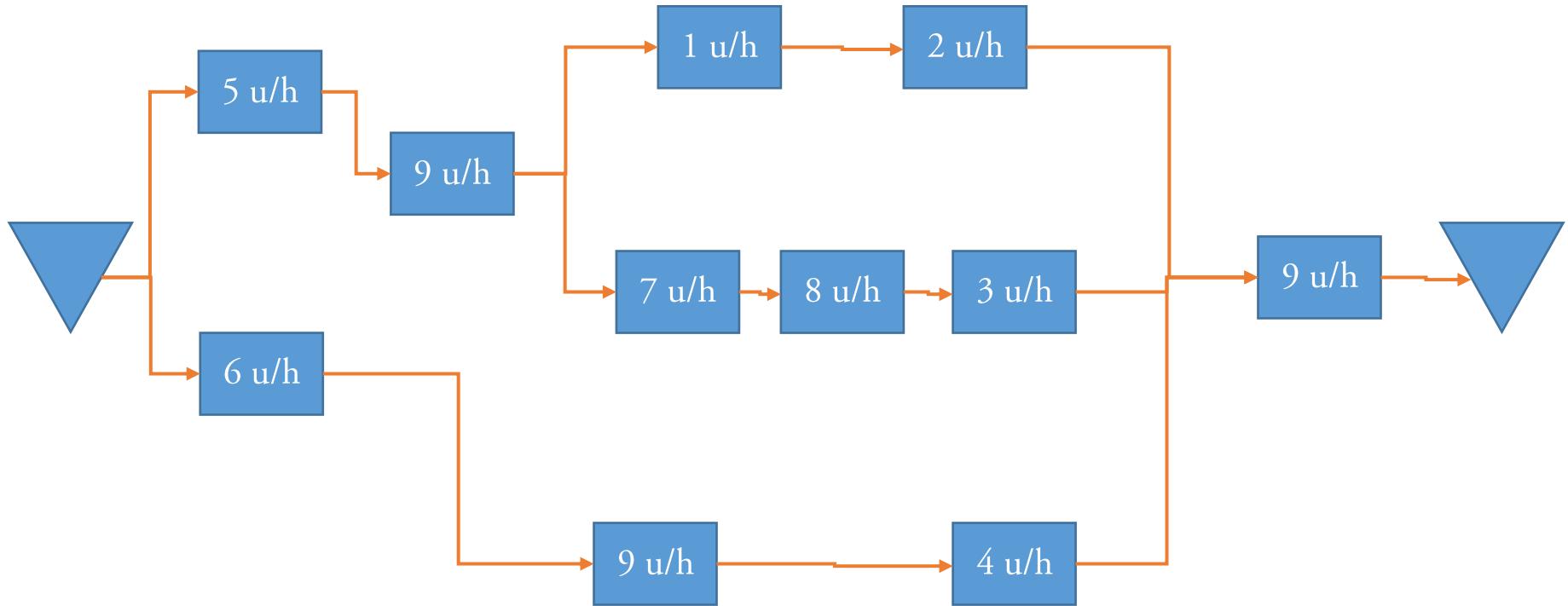
- Proceso Nuevo – Jack Greenberg (1998)

D. McDonald's—New Process



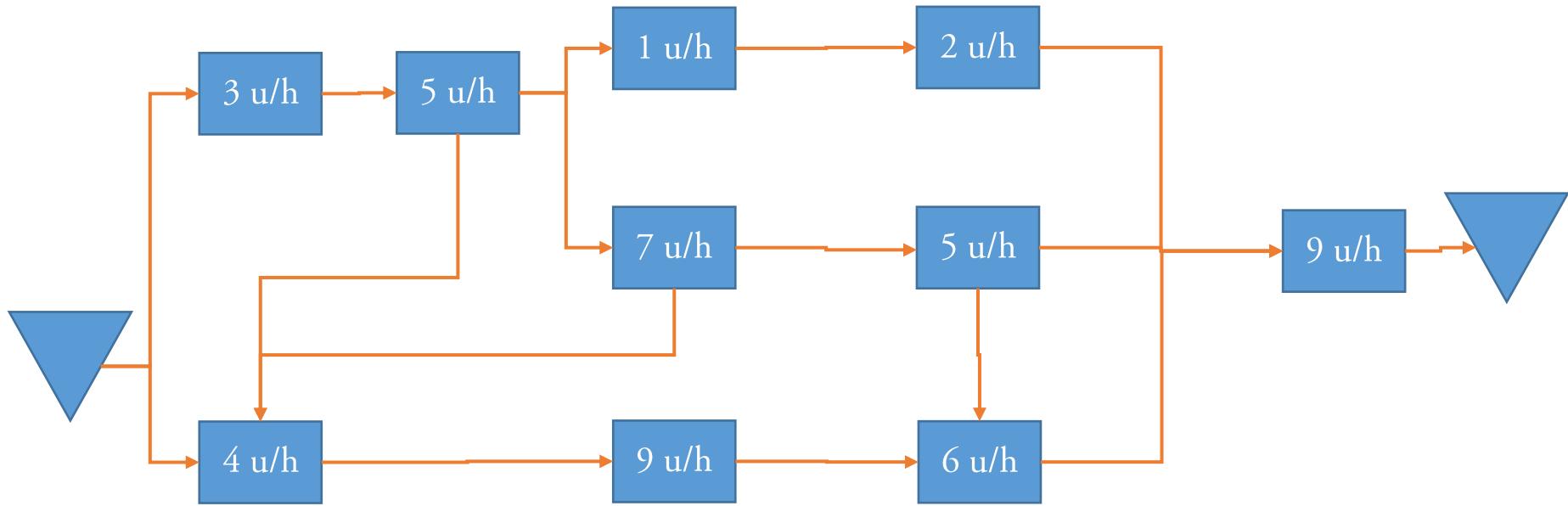
# Ejemplo 1

- Identificar: capacidad de la línea, cuello(s) de botella, utilización de cada proceso



# Ejemplo 2

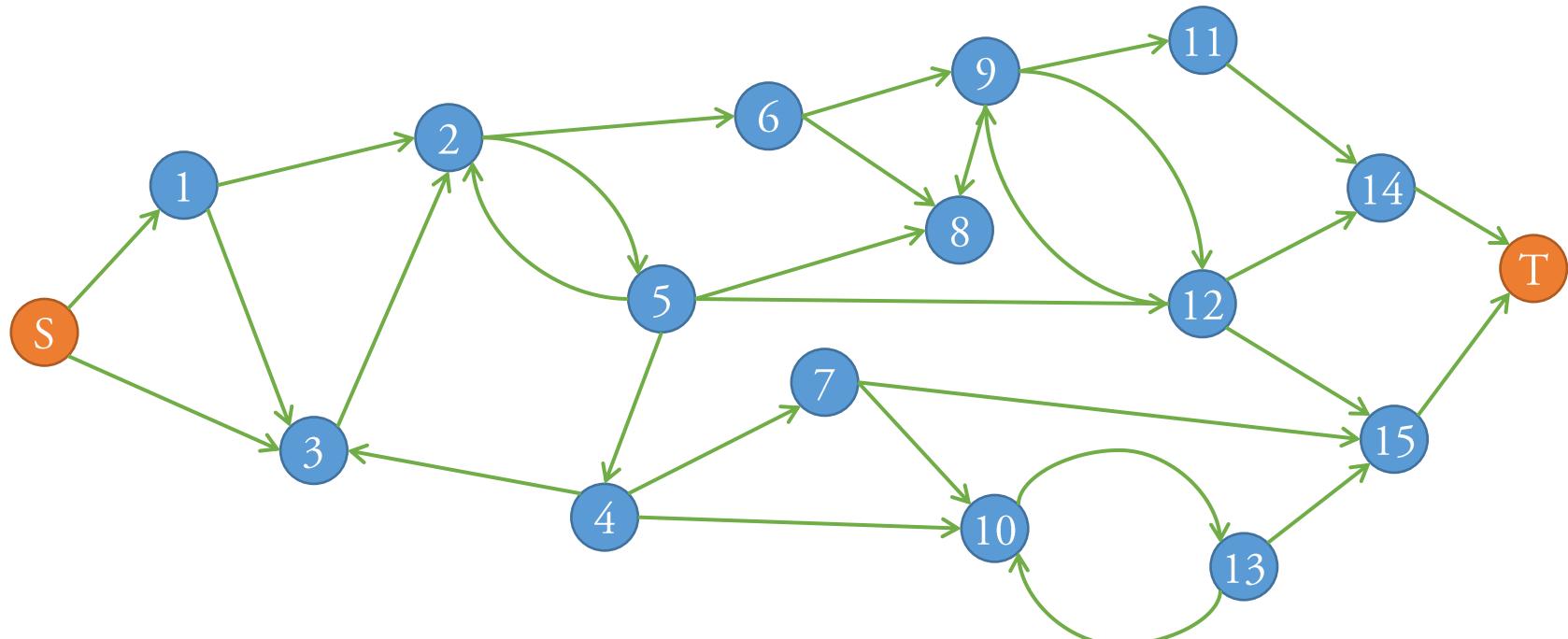
- Identificar: capacidad de la línea, cuello(s) de botella, utilización de cada proceso



- ¿Cómo encontramos la capacidad de la línea?

# Flujo Máximo

- ¿Cuál es el máximo flujo que va desde el origen  $s$  al destino  $t$ ?
- Existen herramientas que permiten determinar esto en fracciones de segundo.

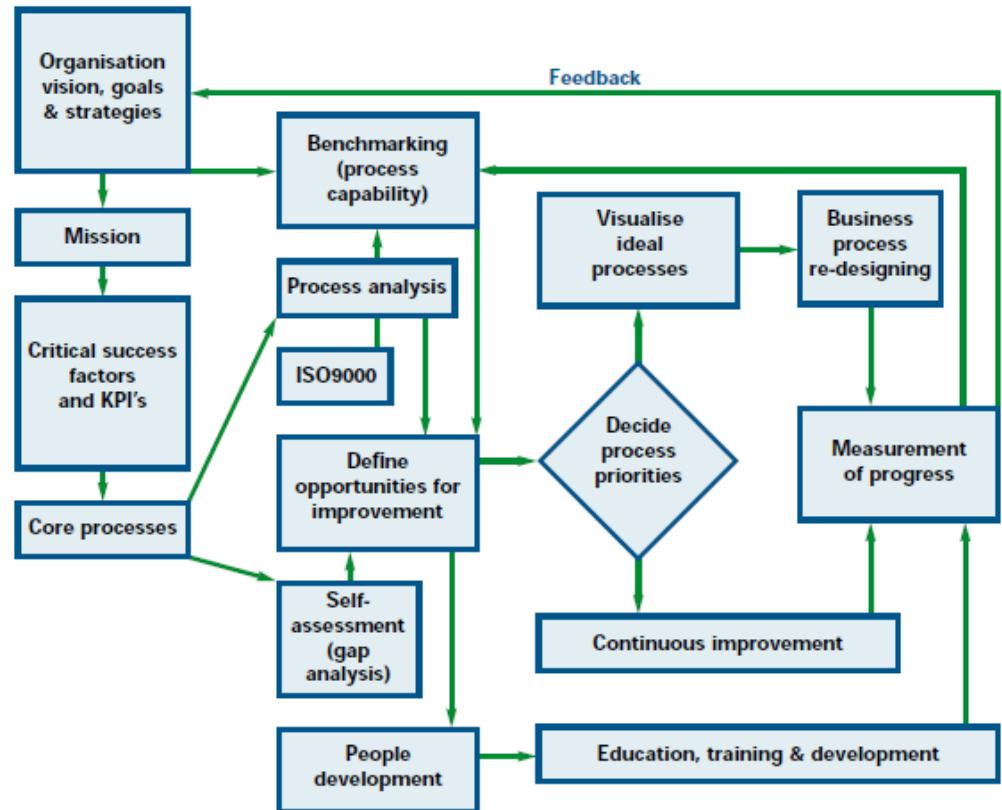


# Modelo

- El siguiente es el modelo a usar

# Flujogramas

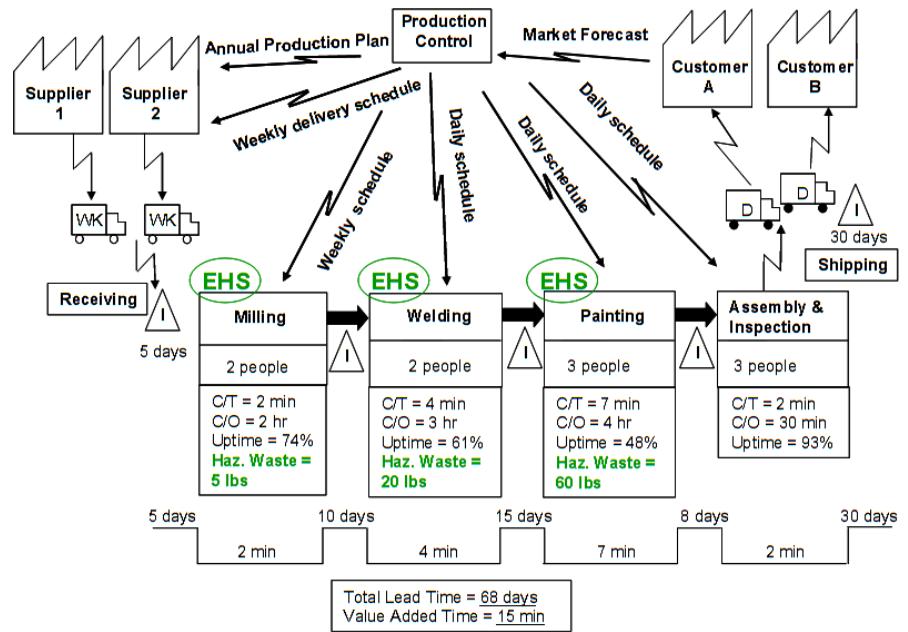
- Utilizado para modelar procesos.



[http://www.businessballs.com/dtiresources/TQM\\_implementation\\_blueprint.pdf](http://www.businessballs.com/dtiresources/TQM_implementation_blueprint.pdf)

# Diagramas Lean y VSM

- El mapa de flujo de valor (VSM) es la técnica utilizada por Lean para analizar y mejorar los flujos e información.
- Se enfoca en: tiempo de proceso, takt time, tiempo de ciclo y distingue entre actividades que generan y no generan valor.
- Los procesos se representan de forma agregada de acuerdo al foco de atención.



# Desafíos al Modelar Procesos

- Las empresas están organizadas por departamentos mientras que los procesos del negocio trascienden a toda la organización.
- Silos en la información y la organización hacen que sea difícil comprender procesos inter departamentales.
- Los procesos no se encuentran claramente definidos y dependen de: Personas, información y equipos.
- Se debe tener una metodología para modelar con un foco, que permita :
  - Comunicar.
  - Evaluar y analizar.
  - Intervenir.
  - Controlar.

# Metodologías dentro de la organización

	Tipos de Usuarios en la organización	Herramientas y Metodología
1	Administradores de negocios Usuarios de Negocios	Flujograma
2	Lean/six sigma, Expertos en procesos	Flujograma, VSM , Espina pescado, simulación
3	Analistas de procesos de negocios y arquitectos de procesos.	BPMN, EPC, IDEF, UML
4	Arquitectos de procesos Especialistas en TI y Flujos	BPMN, UML, BPEL

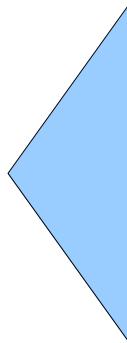
# Metodologías dentro de la organización

	Tipos de Usuarios en la organización	Foco en flujos físicos y temas de negocio.	Herramientas y Metodología
1	Administradores Usuarios		Flujograma
2	Lean/six sigma, Expertos en procesos		Flujograma, VSM , Espina pescado, simulación
3	Analistas de procesos de negocios y arquitectos de procesos		BPMN, EPC, IDEF, UML
4	Arquitectos de sistemas Especialistas	Foco en la información/datos para el soporte del negocio.	UML, BPEL

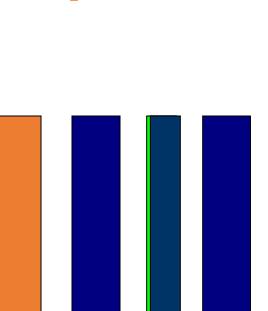
# Tipos de estrategia de procesos

- Las estrategias de procesos siguen un continuo.
- Dentro de una compañía se pueden aplicar varias estrategias.
- Se clasifican básicamente en:

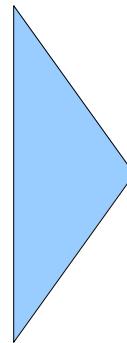
Orientada al  
proceso



Enfoque  
repetitivo

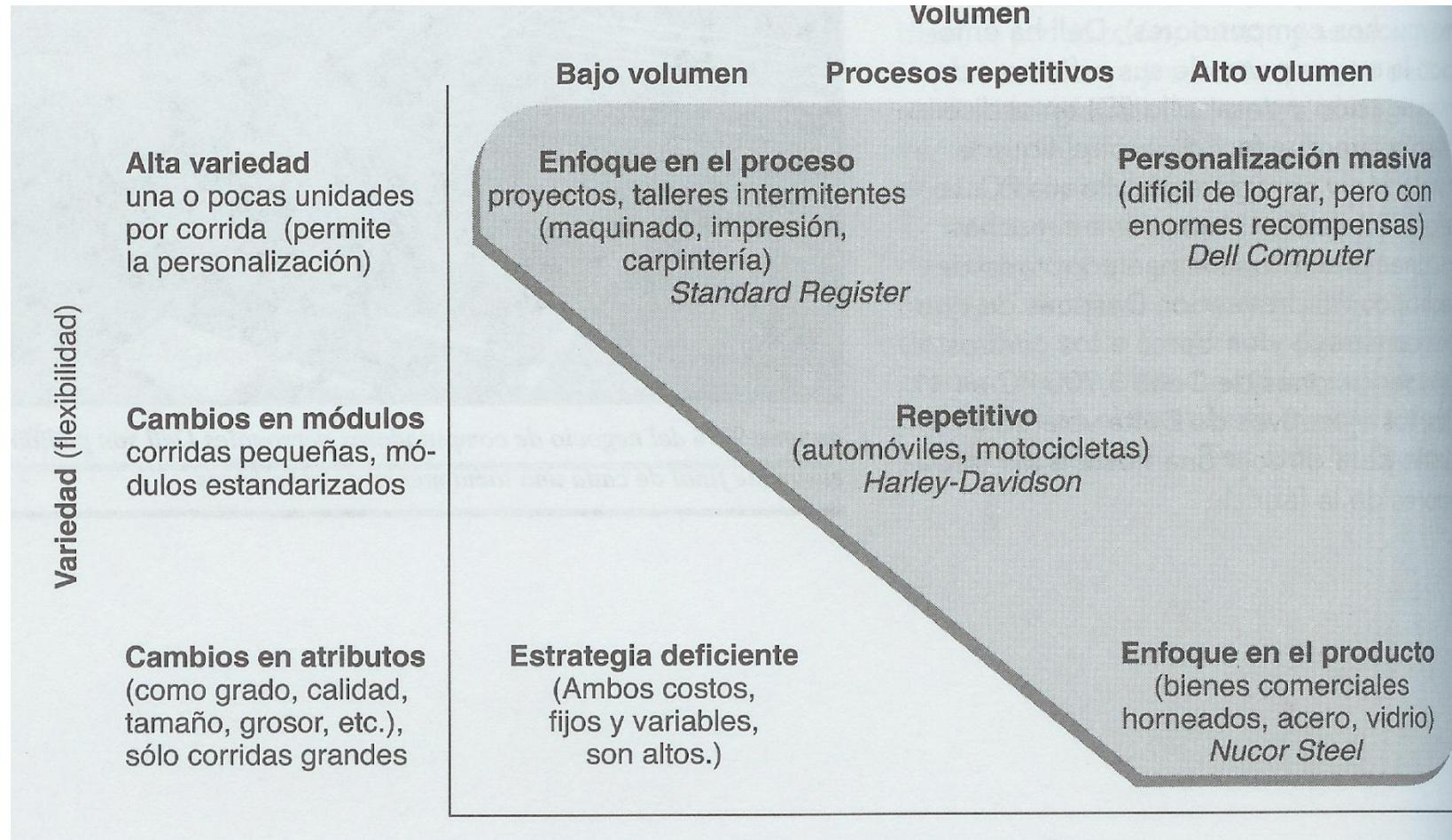


Orientada al  
producto



Continuo

# Tipos de estrategias



# Estrategia orientada al proceso

- Talleres de trabajo (*job shops*)
  - Organizados por proceso.
  - Procesos similares están juntos
    - Ej.: todos los centros de pintura.
  - Bajo volumen.
  - Gran variedad de productos.
  - Ej.: taller de pintura, servicio técnico, mueblería, artesanos, etc.

# Estrategia orientada al proceso

- **Ventajas**

- Mayor flexibilidad de productos (combinaciones pueden ser infinitas).
- Equipamiento de propósito más general.
- Baja inversión inicial.

- **Desventajas**

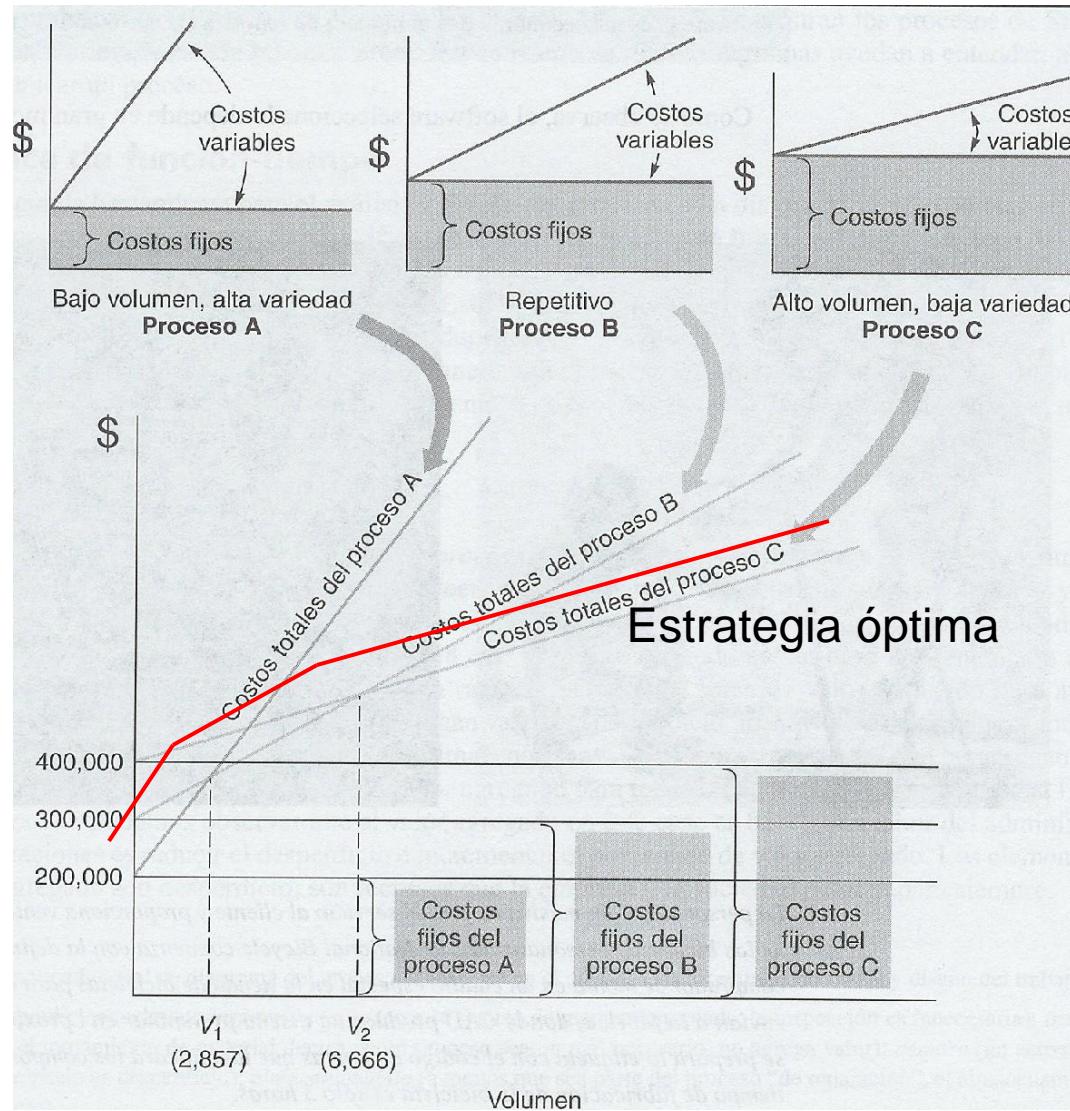
- Altos costos variables (y fijos también).
- Personal altamente entrenado.
- Planificación y control de la producción mas complicado.
- Baja utilización de equipamiento (5% to 25%).



# Estrategia orientada al producto

- Planta organizada por producto.
- Altamente automatizado, opera 24 hrs.
- Ventajas
  - Bajo costo variable unitario (enfoque en costos).
  - Personal no tan competente, pero más especializado.
  - Fácil planificación y control de la producción.
  - Alta utilización de equipamiento (70% a 90%).
- Desventajas
  - Baja flexibilidad de productos.
  - Cambios son caros.
  - Equipamiento más especializado.
  - Generalmente altas inversiones de capital.

# Definiendo la estrategia óptima



# Características de las 2 estrategias

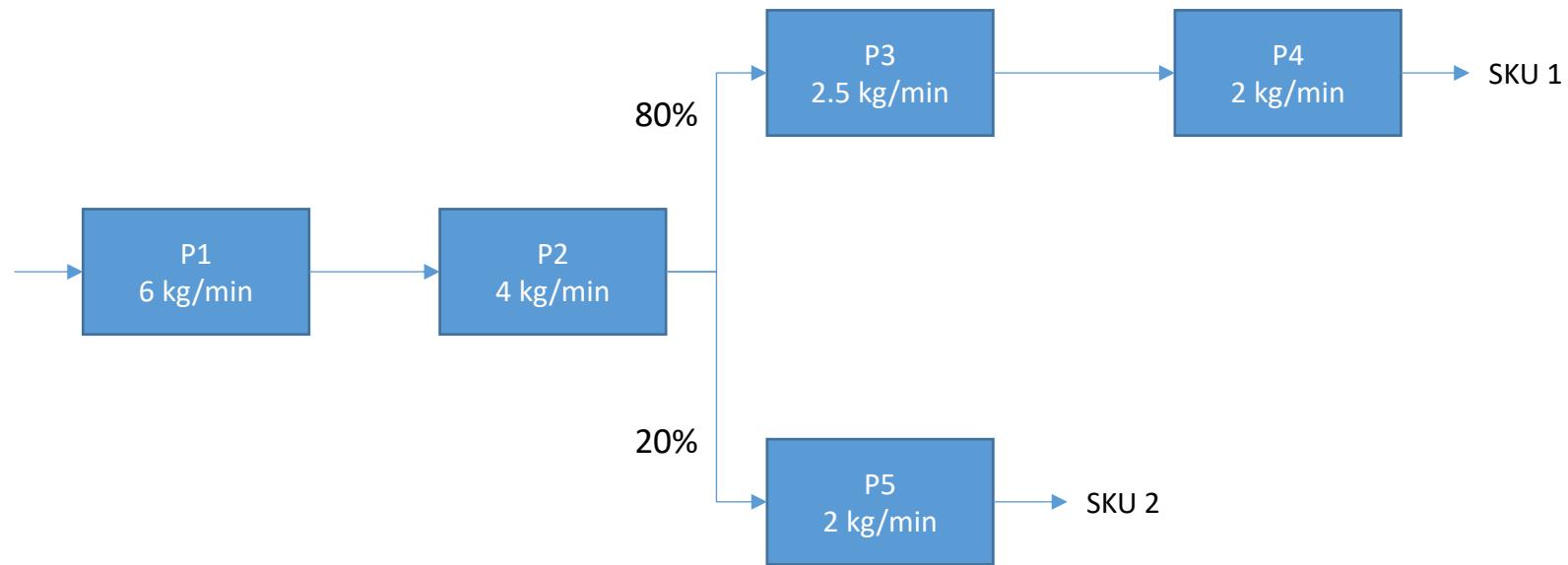
<b>Enfoque al Proceso</b> <i>Talleres de trabajo</i>	<b>Enfoque al Producto</b> <i>Flujo continuo</i>
Producto: pequeña cantidad, mucha variedad	Producto: grandes cantidades, poca variedad
Equipamiento de propósito general	Equipamiento de propósito específico
Operadores ampliamente capacitados	Operadores menos capacitados
Muchas instrucciones de trabajo	Pocas instrucciones; estandarización
Alto valor de la materia prima relativa al valor del producto	Bajo valor de la materia prima comparado con el valor del producto
Alto inventario WIP relativo al output	Bajo inventario WIP relativo al output
Flujo lento de productos en el proceso	Flujo rápido
Make-to -order	Make-to-stock; Pronósticos
Programación compleja; trade-off entre inventario, capacidad, y servicio el cliente	Programación simple; Fijar una tasa de salida ad-hoc a los pronósticos de ventas

# Teoría de Restricciones

- Theory of Constraints (Eliyahu M. Goldratt)
- Principios:
  - Identificar: todo sistema tiene restricciones. Es fundamental encontrar el cuello de botella.
  - Explotar: hay que proteger el cuello de botella (cualquier tiempo que se pierda ahí, no se puede recuperar) y definir cómo abordarlo.
  - Supeditar: se debe supeditar la entrada al sistema al cuello de botella.
  - Elevar: Identificar otras acciones para mejorar el cuello de botella.
  - Repetir: Volver a realizar estos pasos sobre el nuevo proceso.
- Método DBR (Drum-Buffer-Rope) permite trabajar con los cuellos de botella.

# Ejemplo

- Identificar cuello de botella
- ¿Cómo proteger?
- ¿Cómo supeditar?
- ¿Dónde pondríamos el control de calidad?



# Cuello de botella

- Hemos visto cómo encontrar el cuello de botella en un proceso de producción.
- ¿De qué otra forma podemos tener limitaciones en nuestro proceso?
  - Llegada de insumos (producción limitada por la entrada).
  - Demanda (producción limitada por demanda).
- La demanda nos define el TAKT time:
  - TAKT time: horas de producción / unidades de demanda
  - Tiempo de Ciclo: horas de producción / unidades producidas

# Planificando con múltiples SKU

- ¿Cuál es la producción óptima de una línea con estas demandas?
- Supongamos que hay 8 horas de disponibilidad diaria.

	TAKT time [seg/un]	Margen [\$/un]	Demanda [un]	Producción [hr]
SKU 1	20	13	540	3
SKU 2	10	6	1080	3
SKU 3	12	10	1200	4
SKU 4	15	11	480	2
SKU 5	18	12	600	3

# Planificando con múltiples SKU

- ¿Qué objetivo deberíamos tener?
- Elijamos por mayor margen.

	TAKT time [seg/un]	Margen [\$/un]	Demanda [un]	Producción [hr]	Utilidad
SKU 1	20	13	540	3	\$ 7,020
SKU 2	10	6	1080		
SKU 3	12	10	1200		
SKU 4	15	11	480	2	\$5,280
SKU 5	18	12	600	3	\$7,200
					<b>\$19,500</b>

# Planificando con múltiples SKU

- ¿Qué objetivo deberíamos tener?
- Elijamos por mayor rapidez.

	TAKT time [seg/un]	Margen [\$/un]	Demanda [un]	Producción [hr]	Utilidad
SKU 1	20	13	540		
SKU 2	10	6	1080	3	\$ 6,480
SKU 3	12	10	1200	4	\$12,000
SKU 4	15	11	480	1	\$2,640
SKU 5	18	12	600		
					<b>\$21,120</b>

# Planificando con múltiples SKU

- ¿Qué objetivo deberíamos tener?
- ¡En realidad debemos priorizar por margen en el cuello de botella!

	TAKT time [seg/un]	Margen [\$/un]	Demanda [un]	Margen en Cuello	Producción [hr]	Utilidad
SKU 1	20	13	540	0.65		
SKU 2	10	6	1080	0.60		
SKU 3	12	10	1200	0.83	4	\$12,000
SKU 4	15	11	480	0.73	2	\$5,280
SKU 5	18	12	600	0.67	2	\$4,800
						<b>\$22,080</b>