

Diseño de Sistemas Productivos

CÁTEDRA: ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES

Septiembre 2026

Cómo la forma en que organizamos el flujo del proceso define costos, calidad, confiabilidad y flexibilidad.

Ing. Fernando Svrsek - Ing. Duilio Benaroya

Al finalizar esta clase vas a poder...

1

Identificar un proceso productivo real según su tipo de flujo: continuo, intermitente o por proyecto.

2

Explicar por qué la selección del sistema productivo es una decisión estratégica y de largo plazo.

3

Aplicar herramientas de mejora —SMED, CAD/CAM, Tecnología de Grupo, PERT/CPM— según el tipo de flujo.

4

Resolver un caso numérico de diseño de capacidad e identificar el proceso crítico (cuello de botella).

Contenidos

00	Introducción	Por qué es una decisión estratégica
01	Flujo Continuo	Línea de fabricación, ensamble y proceso continuo · SMED · caso de capacidad
02	Flujo Intermitente	Ventajas, desventajas · CAD, CAM y Tecnología de Grupo
03	Flujo por Proyecto	Características · PERT / CPM
04	Método SMED	Cómo disminuir los tiempos de preparación
05	Selección del sistema productivo	Encontrar el equilibrio correcto
06	Práctica	Verificación de conceptos

Una decisión estratégica, no operativa

- Afecta directamente los **costos**, la **calidad**, la **confiabilidad** y la **flexibilidad** de las operaciones.
- Compromete a la empresa con equipo, instalaciones y un tipo específico de fuerza de trabajo.
- **Antes de decidir** hay que conocer: el **volumen** de producción **objetivo**, la **variedad** de productos deseada y la **rentabilidad** que se busca alcanzar.
- Requiere una **perspectiva de largo plazo** y gran **interacción** entre producción, marketing, estudios de mercado y finanzas.



Tres formas de organizar la producción

Flujo Continuo

“Se asignan máquinas o centros de trabajo a un producto o familia de productos de acuerdo a la secuencia de tareas”

- Línea de fabricación
- Línea de ensamble
- Proceso continuo
- Como consecuencia: ***La máquina espera al producto***

Flujo Intermitente

“La variedad de productos a fabricar exige el uso de máquinas de propósito general, agrupadas por función”

- Comparte máquinas entre productos
- Bajo volumen, alta variedad
- Mayor flexibilidad, menor eficiencia
- Como consecuencia: ***“El producto espera a la máquina”***

Flujo Nulo o por Proyecto

“Cada unidad se construye, fabrica o ensambla en un único lugar”

- Materiales y procesos confluyen al producto
- Ej.: edificios, barcos, aviones
- Mano de obra y tiempo intensivos
- Como consecuencia: ***“Los recursos convergen al producto”***

01 Flujo Continuo

01

Definición y tiempo de ciclo

“El proceso se organiza según la secuencia del producto, como consecuencia, es la máquina la que espera al producto”

- Se caracteriza por la asignación de máquinas o centros de trabajo a un producto o familia de productos.
- El **tiempo de ciclo** es el lapso entre la salida de un producto y la salida del siguiente.
- Requiere procesos estandarizados: poca variedad, alto volumen.



Tres tipos de operaciones

Línea de fabricación

Transforma materia prima

- La materia va cambiando de forma en cada estación
- Ej.: perfiles de acero, tubos sin costura, plásticos

Línea de ensamble

Combina componentes

- Las partes se unen en secuencia
- Ej.: industria automotriz

Proceso continuo

Flujo ininterrumpido

- Producción sin unidades discretas
- Ej.: cemento, papel, petróleo, bebidas

La materia prima cambia en cada estación



- La materia prima va sufriendo transformaciones a medida que pasa de una estación de trabajo a la siguiente.
- Ejemplos: perfiles de acero, productos plásticos, fabricación de tubos sin costura.
- *Video sugerido en clase: fabricación de tubos sin costura*

<https://www.youtube.com/watch?v=v3AYhQRpQf4>

Componentes que se combinan en secuencia

- Las partes esperan al producto (stock) o deben estar disponibles al momento del ensamble (just in time).
- Control de calidad en línea, integrado al proceso.
- Tareas altamente repetitivas por estación.
- Ejemplo: industria automotriz (Toyota Hilux, SW4 Argentina).

<https://www.youtube.com/watch?v=V7Pn9NbjHkY>



Objetivo de programación



La línea debe fluir "como un reloj": sin cuellos de botella, sin paros.

- Diseñada para productos discretos individuales (autos, computadoras) en masa.
- El objetivo es ajustar la producción al ritmo requerido por el mercado o el cliente.
- Desafío principal: mantener un stock mínimo de producto terminado (y de intermedios) minimizando los paros de línea.

También se aplica a servicios

1 Control de seguridad en aeropuertos

Los pasajeros siguen un flujo continuo: ingreso, revisión de documentos, escaneo de equipaje y detectores.

2 Verificación técnica vehicular

Los vehículos recorren una línea con pasos secuenciales: frenos, emisiones, luces, etc.

3 Lavado de autos automático

Los vehículos se mueven a través de una línea donde se ejecutan en secuencia todas las etapas del lavado.

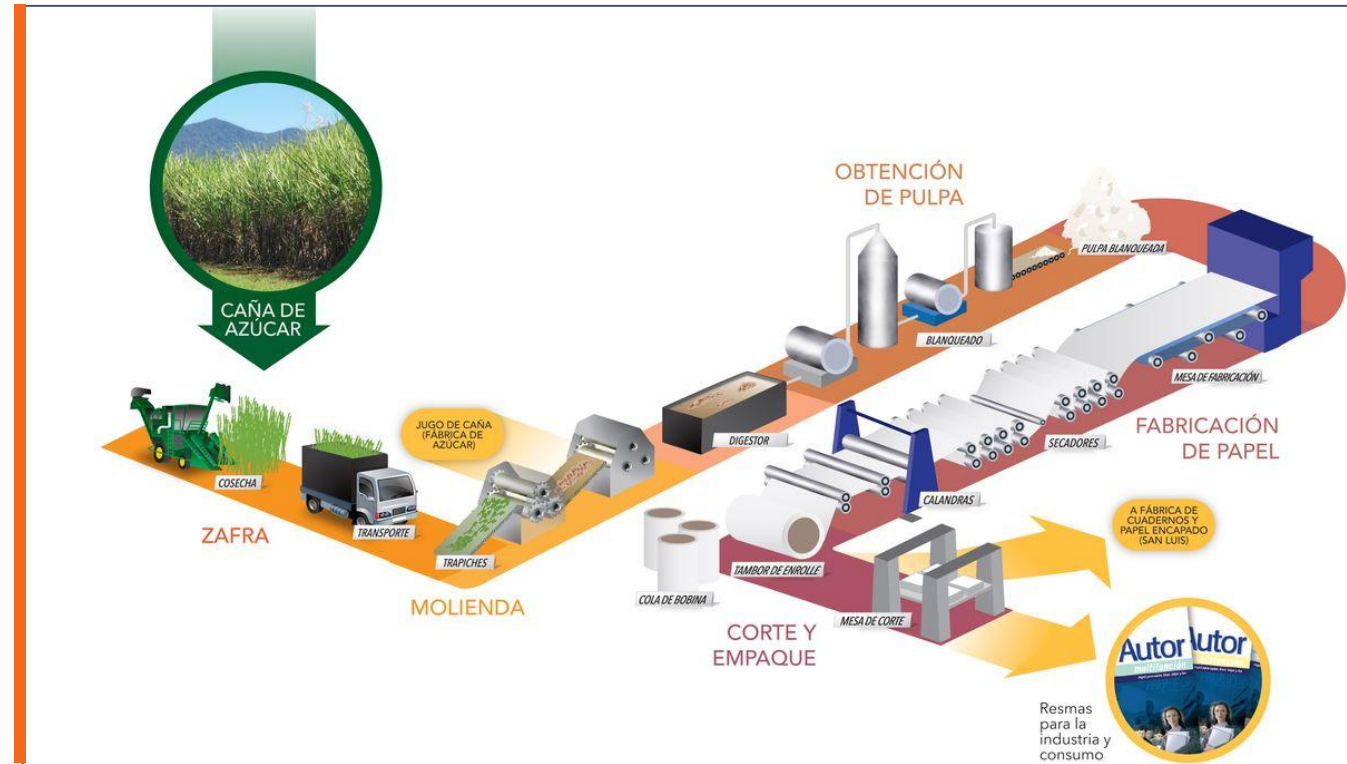
4 Emisión de licencia de conducir

El interesado pasa de estación en estación: documentación, control oftalmológico, examen, prueba de manejo.

FLUJO CONTINUO · PROCESO CONTINUO

Eficiente, poco flexible

- Cuenta con alta automatización, operación ininterrumpida y costos unitarios bajos.
- Ejemplos: industria del cemento, del papel, destilación de petróleo, alimenticia, generación eléctrica.
- Las operaciones son extremadamente eficientes pero también extremadamente inflexibles.



Eficiente, poco flexible

- Fraccionamiento Bodega López

<https://www.youtube.com/watch?v=AFK300XKwdE>



Riesgos a monitorear

1 Obsolescencia del producto

Un proceso rígido tarda en adaptarse cuando el producto queda desactualizado.

2 Insatisfacción laboral

Tareas repetitivas y poco variadas a lo largo de toda la jornada.

3 Cambio tecnológico

La inversión en equipo específico puede quedar obsoleta ante nuevas tecnologías.



Objetivos clave de optimización (1/2)

1 Maximizar la eficiencia del proceso

Reducir tiempos de ciclo y tiempos muertos; aumentar rendimiento con simulación y gemelos digitales; eliminar cuellos de botella.

2 Reducir costos operativos

Minimizar consumo de materias primas, energía y recursos; disminuir scrap y reprocesos; optimizar personal y tecnología.

3 Asegurar la calidad del producto

Garantizar uniformidad y consistencia; reducir la variabilidad del proceso; cumplir normativas y especificaciones técnicas.

4 Mejorar disponibilidad y confiabilidad

Reducir paradas no planificadas con mantenimiento predictivo; aumentar el tiempo de operación continua sin fallos.

Objetivos clave de optimización (2/2)

1

Aumentar la rentabilidad global

Mejorar el margen por unidad producida; elevar el ROI con mejoras tecnológicas.

2

Incrementar la flexibilidad operativa

Adaptarse a cambios en la demanda sin perder eficiencia; ajustes rápidos (SMED) y control adaptativo.

3

Sostenibilidad y eficiencia energética

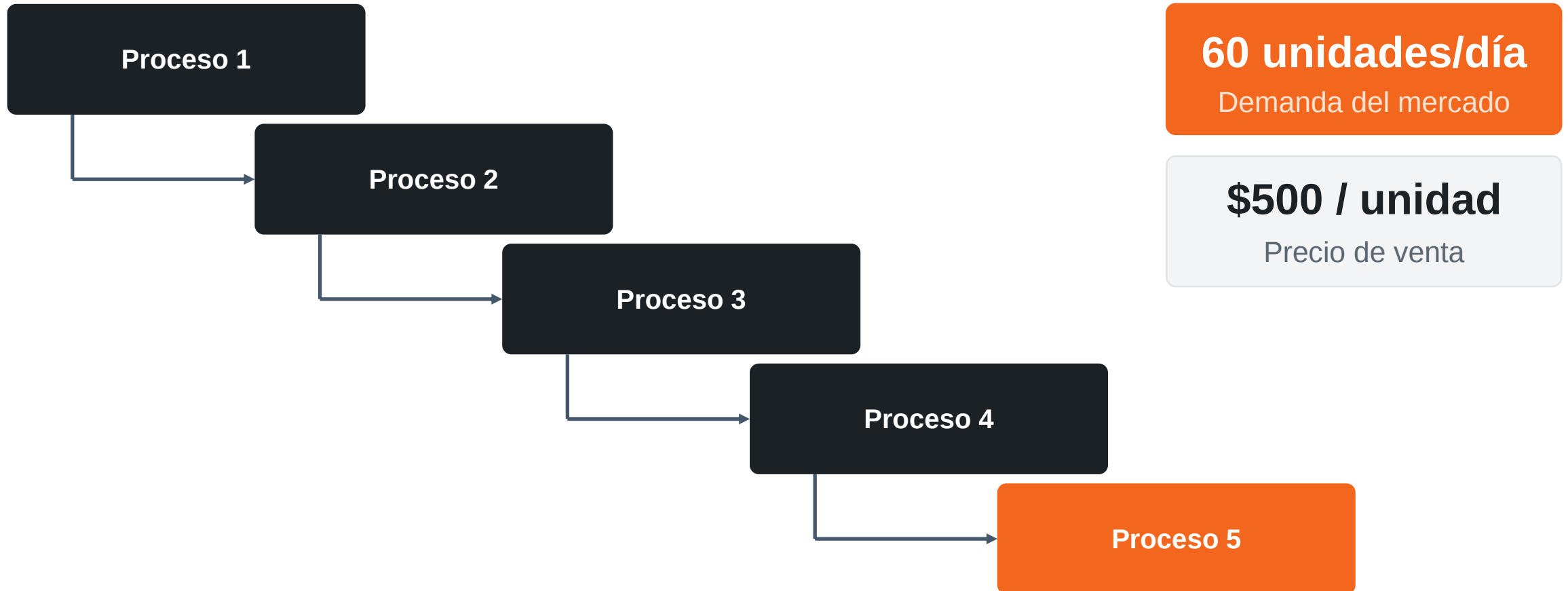
Reducir la huella de carbono; cumplir objetivos ESG (ambientales, sociales y de gobernanza).

4

Mejorar trazabilidad y decisiones

Monitoreo y análisis en tiempo real; digitalizar procesos para obtener datos precisos y accionables.

Diseño de capacidad: planteo del caso



Cinco procesos en línea, cada uno con su propia efectividad. Ejemplo real de referencia: una línea de embotellado tipo Coca-Cola. <https://www.youtube.com/watch?v=zyszwdZe2g>

Diseño de capacidad — escenario base

60 unidades/día

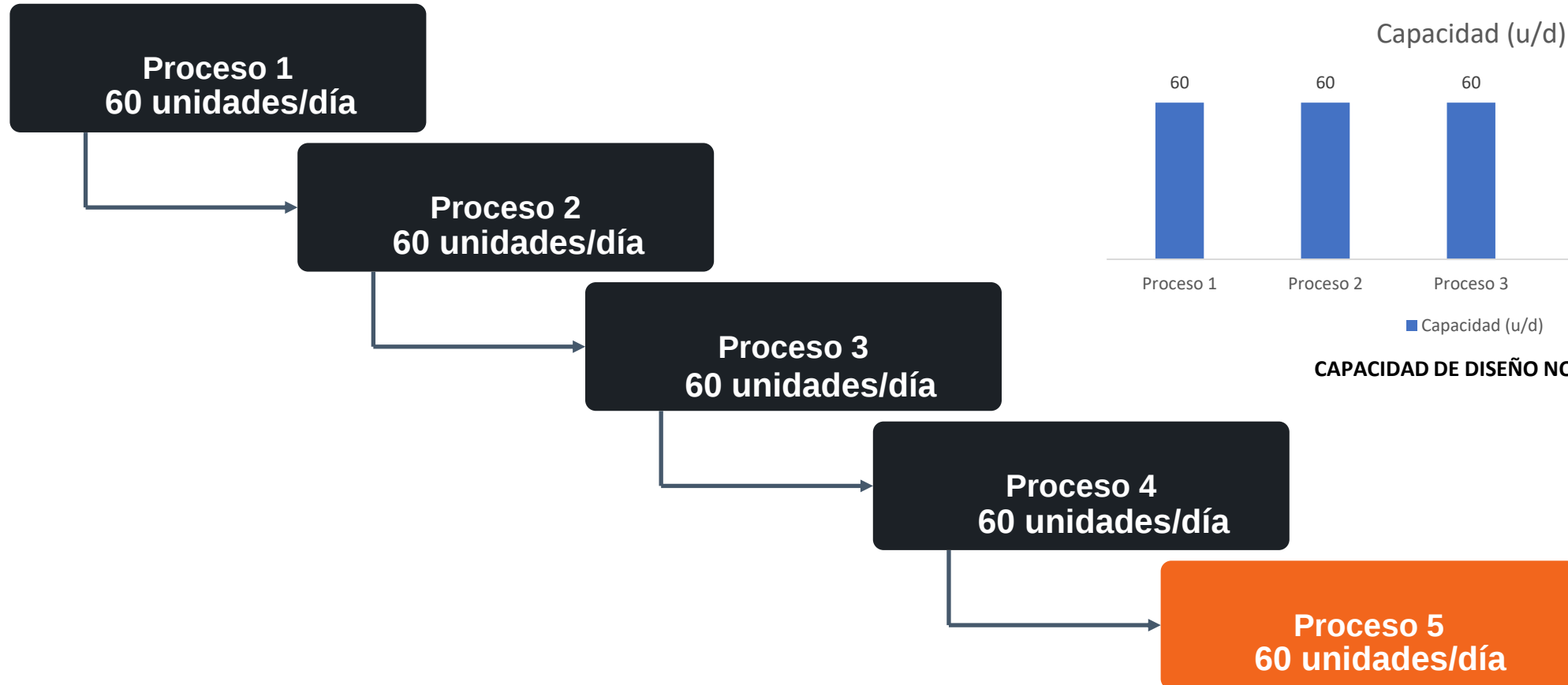
Demanda del mercado

\$500 / unidad

Precio de venta

\$30.000 / día

Ventas



Diseño de capacidad — escenario base

60 unidades/día

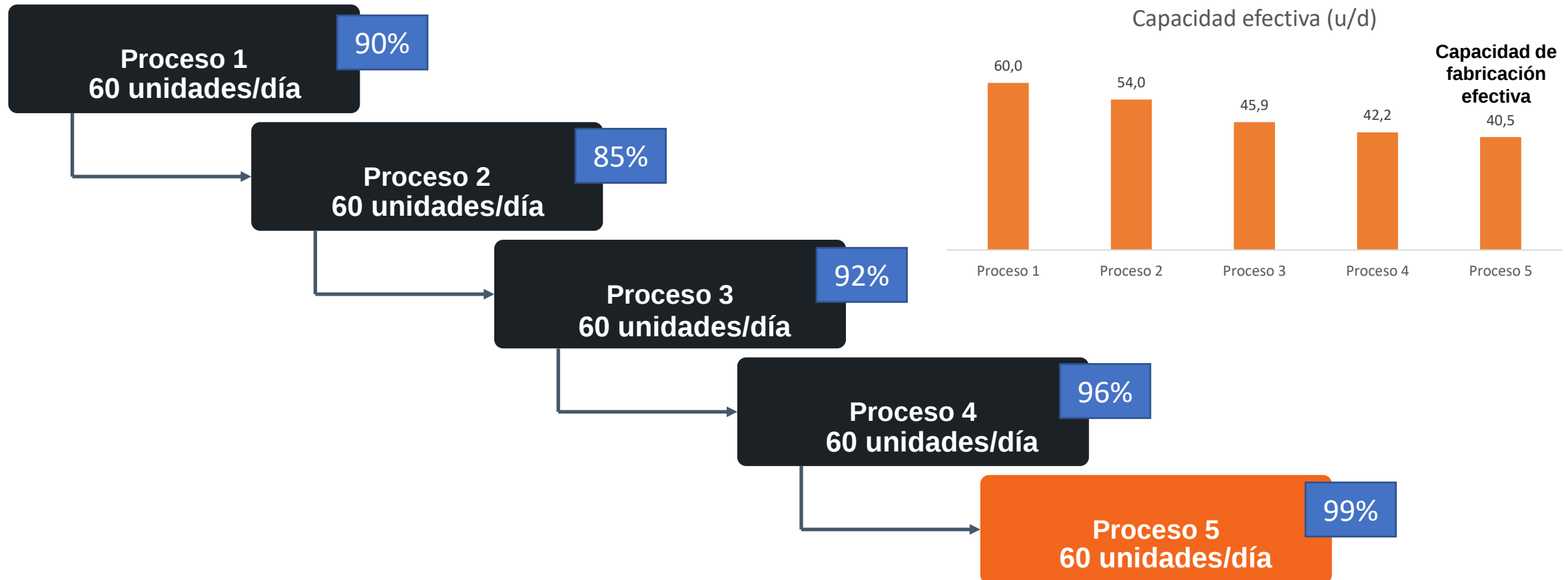
Demanda del mercado

\$500 / unidad

Precio de venta

\$20.000 / día

Ventas



Diseño de capacidad — escenario base

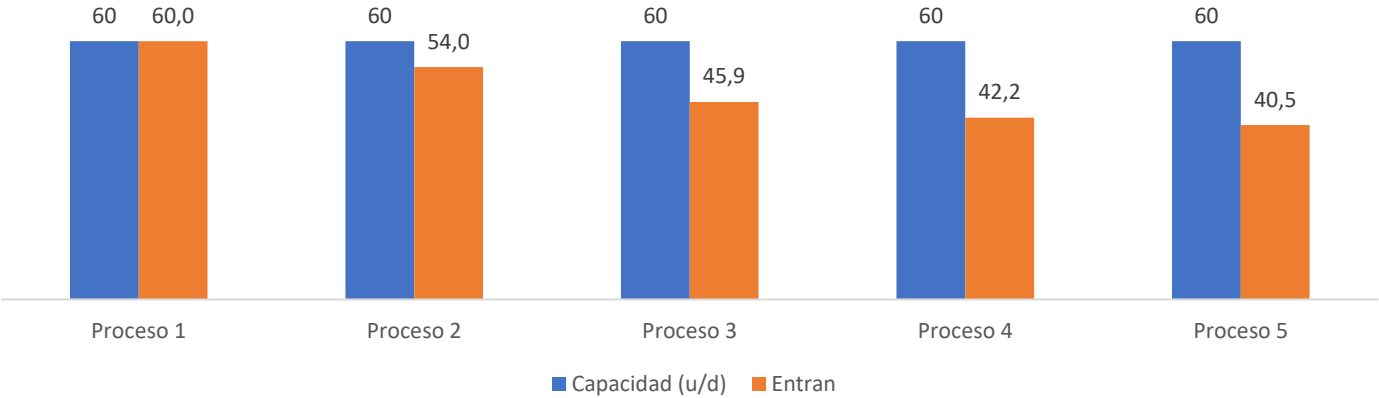
Proceso	Capacidad (u/d)	Efectividad	Entran	Salen	CF(\$/u/d)	CV (\$/u)	Q _{entran} x CV	Q _{cap} x CF
							CV	CF
Proceso 1	60	90%	60,0	54,0	\$ 500	\$ 20	\$ 1.200	\$ 30.000
Proceso 2	60	85%	54,0	45,9	\$ 450	\$ 30	\$ 1.620	\$ 27.000
Proceso 3	60	92%	45,9	42,2	\$ 1.500	\$ 50	\$ 2.295	\$ 90.000
Proceso 4	60	96%	42,2	40,5	\$ 200	\$ 20	\$ 845	\$ 12.000
Proceso 5	60	99%	40,5	40,1	\$ 500	\$ 10	\$ 405	\$ 30.000

\$500 / unidad

Precio de venta

40,1 unidades/día

Capacidad de fabricación efectiva



CV total	CF total	CF / 24 hs	Q _{salen} x \$500 - CV - CF prorr	Rentabilidad / CF total
		CF (prorrrateo)	Rentabilidad (\$)	Rentabilidad (%)
\$ 6.364,9	\$ 189.000	\$ 7.875	\$ 5.826,80	3,1%

Demanda: 60 u/día · Precio: \$500/u. Aunque cada proceso tiene 60 u/d de capacidad nominal, la efectividad acumulada hace que solo salgan 40,1 u/d: muy por debajo de la demanda.

FLUJO CONTINUO · CASO APLICADO

Escalar todo por igual (90 u/d)

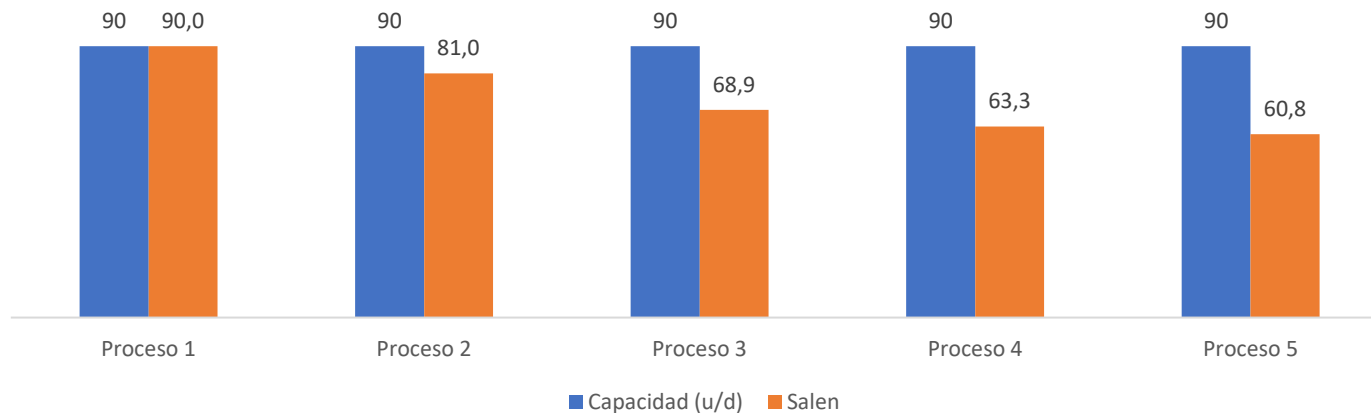
Proceso	Capacidad (u/d)	Efectividad	Entran	Salen	CF(\$/u/d)	CV (\$/u)	$Q_{entran} \times CV$ $Q_{cap} \times CF$	
							CV	CF
Proceso 1	90	90%	90,0	81,0	\$ 500	\$ 20	\$ 1.800	\$ 45.000
Proceso 2	90	85%	81,0	68,9	\$ 450	\$ 30	\$ 2.430	\$ 40.500
Proceso 3	90	92%	68,9	63,3	\$ 1.500	\$ 50	\$ 3.443	\$ 135.000
Proceso 4	90	96%	63,3	60,8	\$ 200	\$ 20	\$ 1.267	\$ 18.000
Proceso 5	90	99%	60,8	60,2	\$ 500	\$ 10	\$ 608	\$ 45.000

\$500 / unidad

Precio de venta

60,2 unidades/día

Capacidad de fabricación efectiva



CV total	CF total	$CF / 24 \text{ hs}$		Rentabilidad / CF total
		CF (prorrrateo)	$Q_{salen} \times \$500 - CV - CF \text{ prorr}$ Rentabilidad (\$)	
\$ 9.547,4	\$ 283.500	\$ 11.813	\$ 8.740,20	3,1%

Escalar todas las capacidades por igual multiplica la producción, pero la rentabilidad relativa queda exactamente igual (3,1%): el problema de fondo no se resolvió, solo creció de tamaño.

FLUJO CONTINUO · CASO APLICADO

Capacidades diferenciadas

Proceso	Capacidad (u/d)	Efectividad	Entran	Entran (ajus)	Salen	CF(\$/u/d)	CV (\$/u)
Proceso 1	100	90%	100,0	100,0	90,0	\$ 500	\$ 20
Proceso 2	90	85%	90,0	90,0	76,5	\$ 450	\$ 30
Proceso 3	80	92%	76,5	76,5	70,4	\$ 1.500	\$ 50
Proceso 4	70	96%	70,4	70,0	67,2	\$ 200	\$ 20
Proceso 5	60	99%	67,2	60,0	59,4	\$ 500	\$ 10

$Q_{entran} \times CV$ $Q_{cap} \times CF$

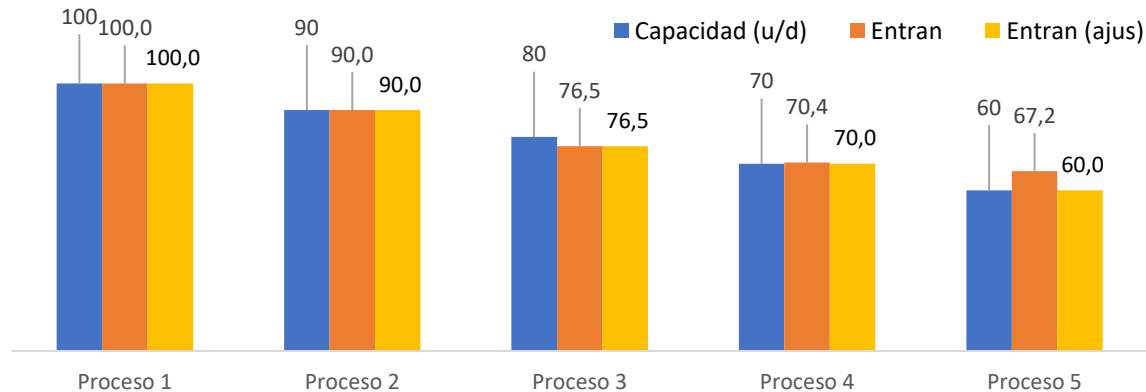
CV	CF
\$ 2.000	\$ 50.000
\$ 2.700	\$ 40.500
\$ 3.825	\$ 120.000
\$ 1.400	\$ 14.000
\$ 600	\$ 30.000

\$500 / unidad

Precio de venta

59,4 unidades/día

Capacidad de fabricación efectiva



CV total	CF total	CF / 24 hs CF (prorrrateo)	$Q_{salen} \times \$500 - CV - CF \text{ prorr}$ Rentabilidad (\$)	$\frac{\text{Rentabilidad}}{CF \text{ total}}$ Rentabilidad (%)
\$ 10.525,0	\$ 254.500	\$ 10.604	\$ 8.570,83	3,37%

Al reducir gradualmente la capacidad aguas abajo (100→90→80→70→60) mejora un poco la rentabilidad, pero observamos problemas de capacidad a partir del proceso 4.

FLUJO CONTINUO · CASO APLICADO

Foco en el proceso crítico

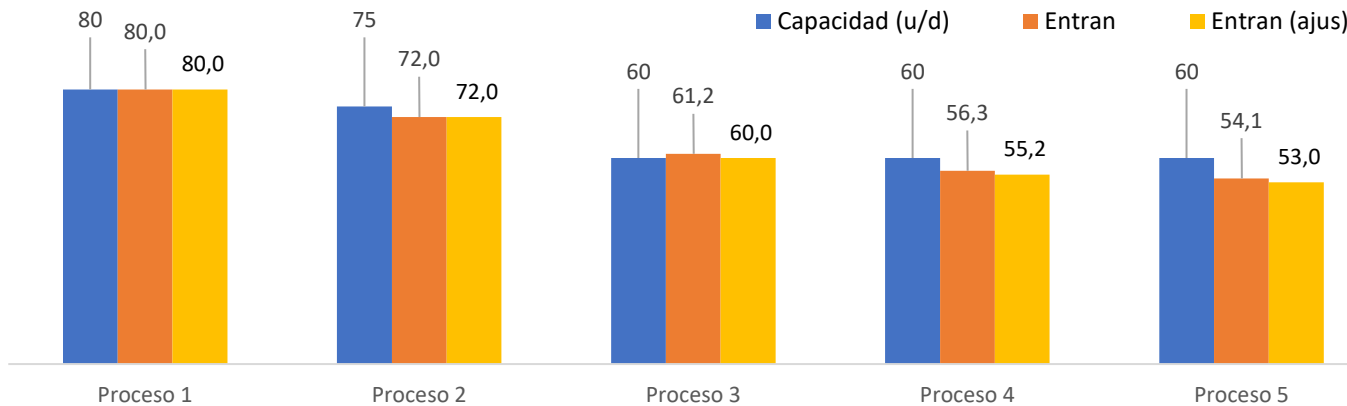
Proceso	Capacidad (u/d)	Efectividad	Entran	Entran (ajus)	Salen	CF(\$/u/d)	CV (\$/u)	CV	CF
Proceso 1	80	90%	80,0	80,0	72,0	\$ 500	\$ 20	\$ 1.600	\$ 40.000
Proceso 2	75	85%	72,0	72,0	61,2	\$ 450	\$ 30	\$ 2.160	\$ 33.750
Proceso 3	60	92%	61,2	60,0	55,2	\$ 1.500	\$ 50	\$ 3.000	\$ 90.000
Proceso 4	60	96%	56,3	55,2	53,0	\$ 200	\$ 20	\$ 1.104	\$ 12.000
Proceso 5	60	99%	54,1	53,0	52,5	\$ 500	\$ 10	\$ 530	\$ 30.000

\$500 / unidad

Precio de venta

52,5 unidades/día

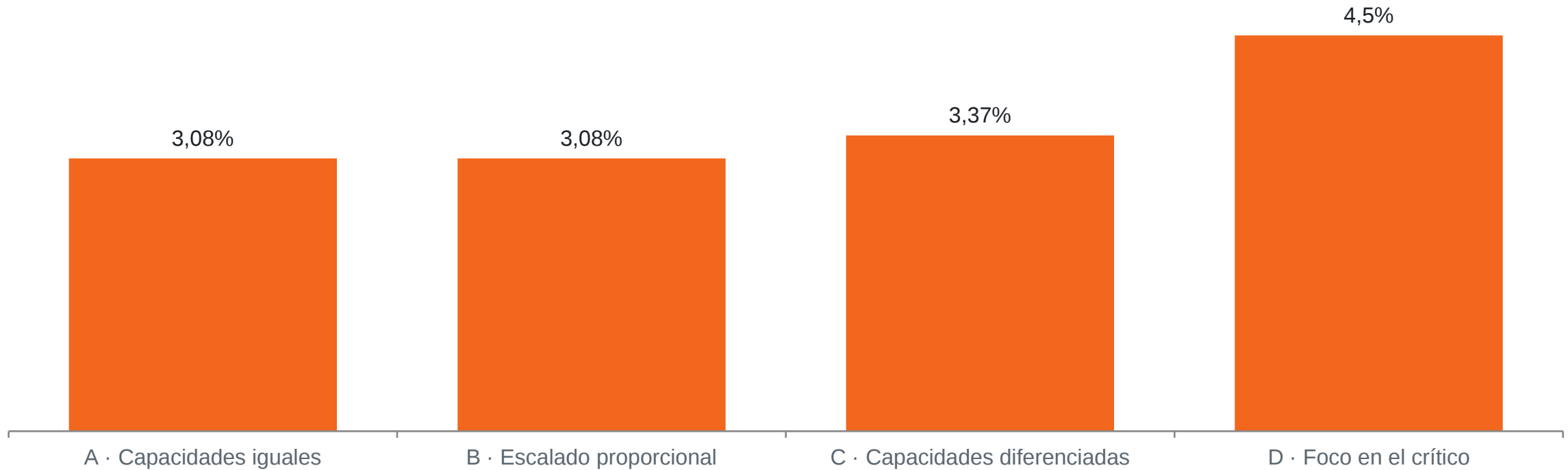
Capacidad de fabricación efectiva



CV total	CF total	CF / 24 hs	$Q_{salen} \times \$500 - CV - CF \text{ prorr}$	Rentabilidad / CF total
		CF (prorrrateo)	Rentabilidad (\$)	Rentabilidad (%)
\$ 8.393,9	\$ 205.750	\$ 8.573	\$ 9.264,20	4,50%

Identificamos el Proceso 3 como el crítico y planificamos el resto de las capacidades en función de éste, para mantenerlo siempre al 100% de su capacidad.

Lo que aprendimos del caso



Balancear la capacidad alrededor del cuello de botella, es lo que mejora la rentabilidad. Este es el corazón de la gestión de restricciones (Teoría de las Restricciones).

02

Flujo Intermitente

Cuando el producto espera a la máquina

02

Definición

"La variedad de productos a fabricar exige el uso de máquinas de propósito general, agrupadas por función, como consecuencia, es el producto el que espera a la máquina para ser procesado"

- Un producto comparte máquinas o equipos con otros productos.
- El flujo de producción puede interrumpirse hasta que se desocupe el centro de trabajo.
- Muy flexible para cambiar de producto o de volumen, a costa de una menor eficiencia.



¿Cuándo se justifica?



- Cuando los procesos asociados a la fabricación del producto no requieren estandarización.
- Cuando el volumen de producción es bajo.
- Es el enfoque típico de producción artesanal, por lotes pequeños o de alta variedad.

Ventajas y desventajas

Ventajas

- Es más económico que el flujo continuo.
- Menor riesgo frente a la caducidad de un producto determinado.
- Se usa al principio del ciclo de vida de los productos.

Desventajas

- La programación es muy compleja.
- Riesgo de altos stocks de producto en proceso de elaboración.
- El control de calidad es difícil por la variabilidad o falta de estandarización.

Tres herramientas para ganar eficiencia

CAD

Diseño Asistido por Computadora

- Cálculos de ingeniería
- Análisis de esfuerzos
- Elementos finitos

CAM

Manufactura Asistida por Computadora

- Procesos para máquinas CNC
- Menos tiempo de cambio
- Un operario, varias máquinas

Tecnología de Grupo

Células de trabajo dedicadas

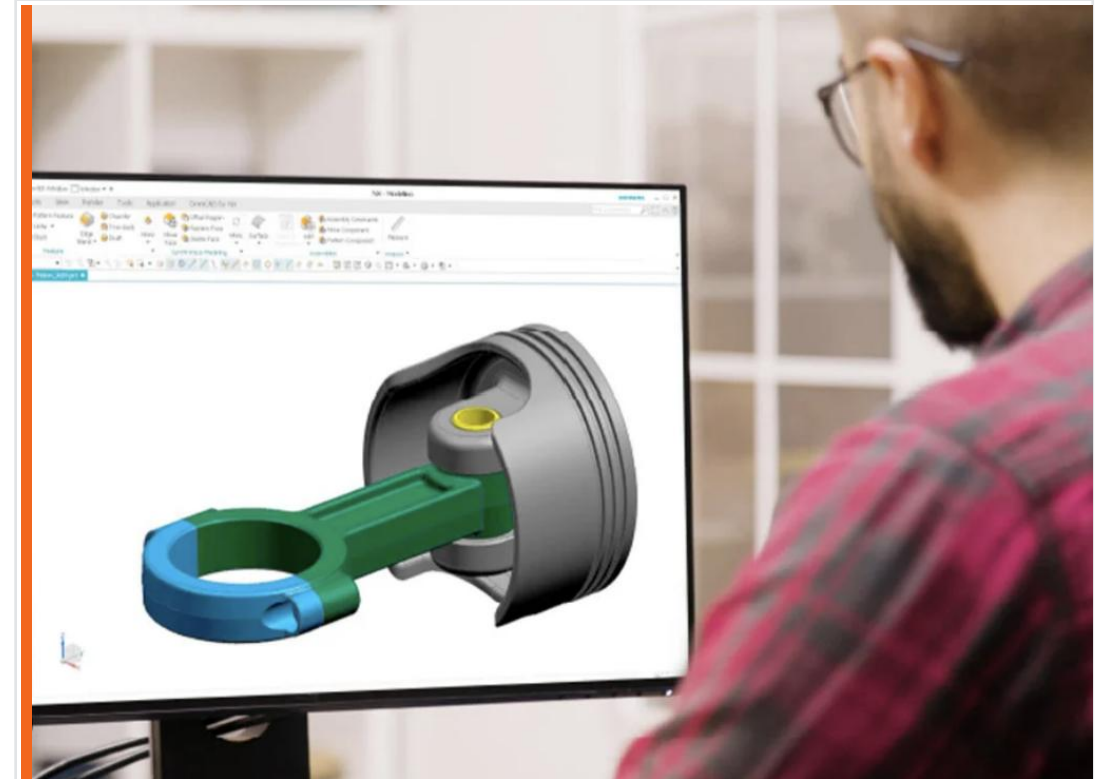
- Agrupa piezas similares
- Reduce recorridos
- Aumenta capacidad efectiva

CAD, CAM y CAE: Las 3 Tecnologías que Están Cambiando al mundo → <https://www.youtube.com/watch?v=HXTKZxncJG0>

DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD)

Ingeniería asistida por software

- Facilita los cálculos de diseño de ingeniería.
- Permite análisis de esfuerzos mediante el estudio por elementos finitos.
- Ayuda a calcular la resistencia de materiales antes de fabricar.



De la máquina herramienta al control numérico



- Diseña los procesos de producción para aplicarlos en máquinas herramientas con control numérico (CNC).
- Reduce los tiempos de cambio de herramientas.
- Un operario puede manejar la producción de dos o más máquinas simultáneamente.

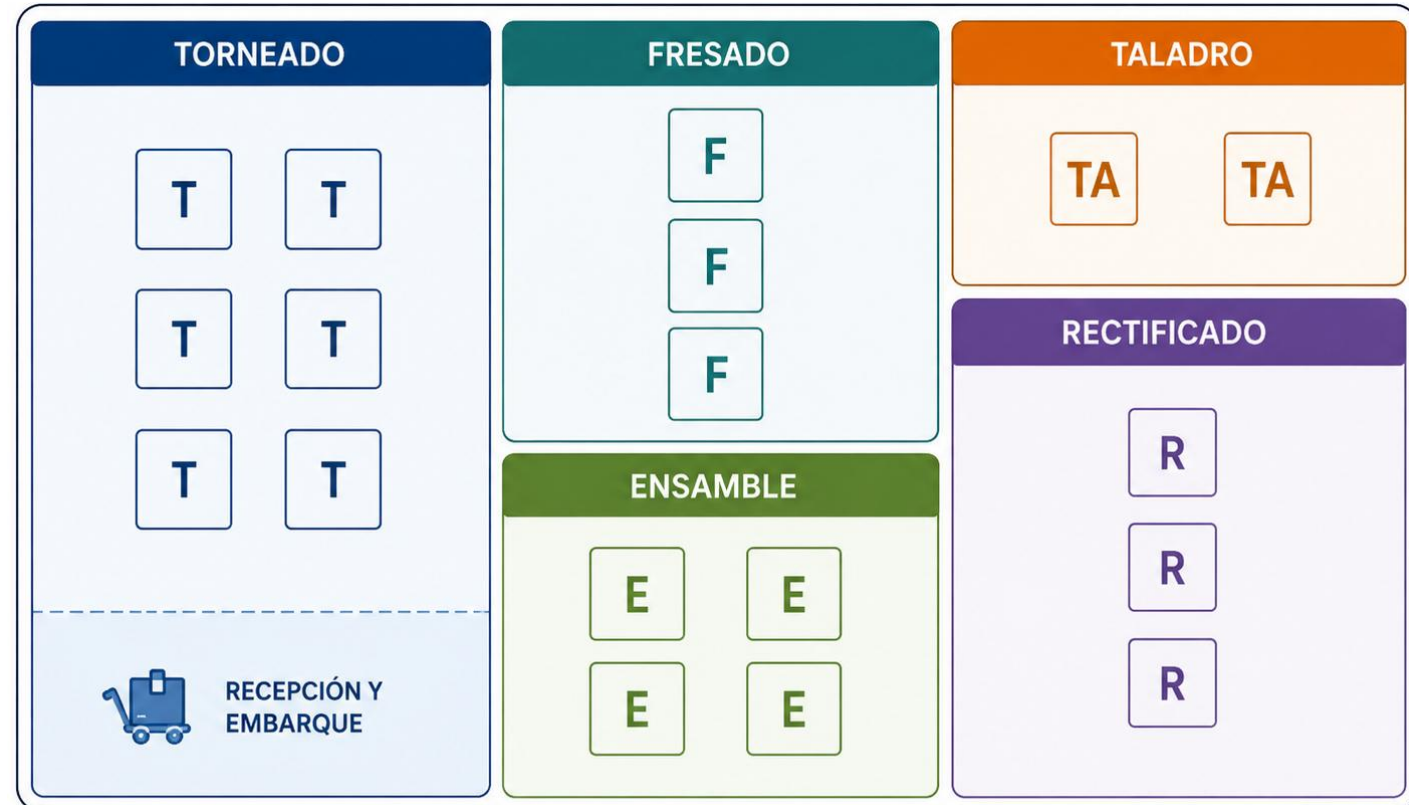
Cuándo se aplica

- La tecnología de grupos (TG) es una filosofía en la cual las **piezas similares se agrupan en familias** y **los procesos** necesarios para hacer las piezas se organizan en una **celda de trabajo** especializada.
- Se aplica en flujo intermitente cuando hay un incremento en la demanda de un producto o familia de productos que no se logra satisfacer.



Escenario inicial: layout por proceso

Un **centro de trabajo** es un lugar donde se agrupan equipos o funciones similares, como todas las perforadoras en un área y todos las troqueladoras en otra. Así, la pieza que se está produciendo pasa, siguiendo una secuencia establecida de operaciones, de un centro de trabajo a otro, donde se encuentran las máquinas necesarias para cada operación. En ocasiones, este tipo de distribución se conoce como **taller**.



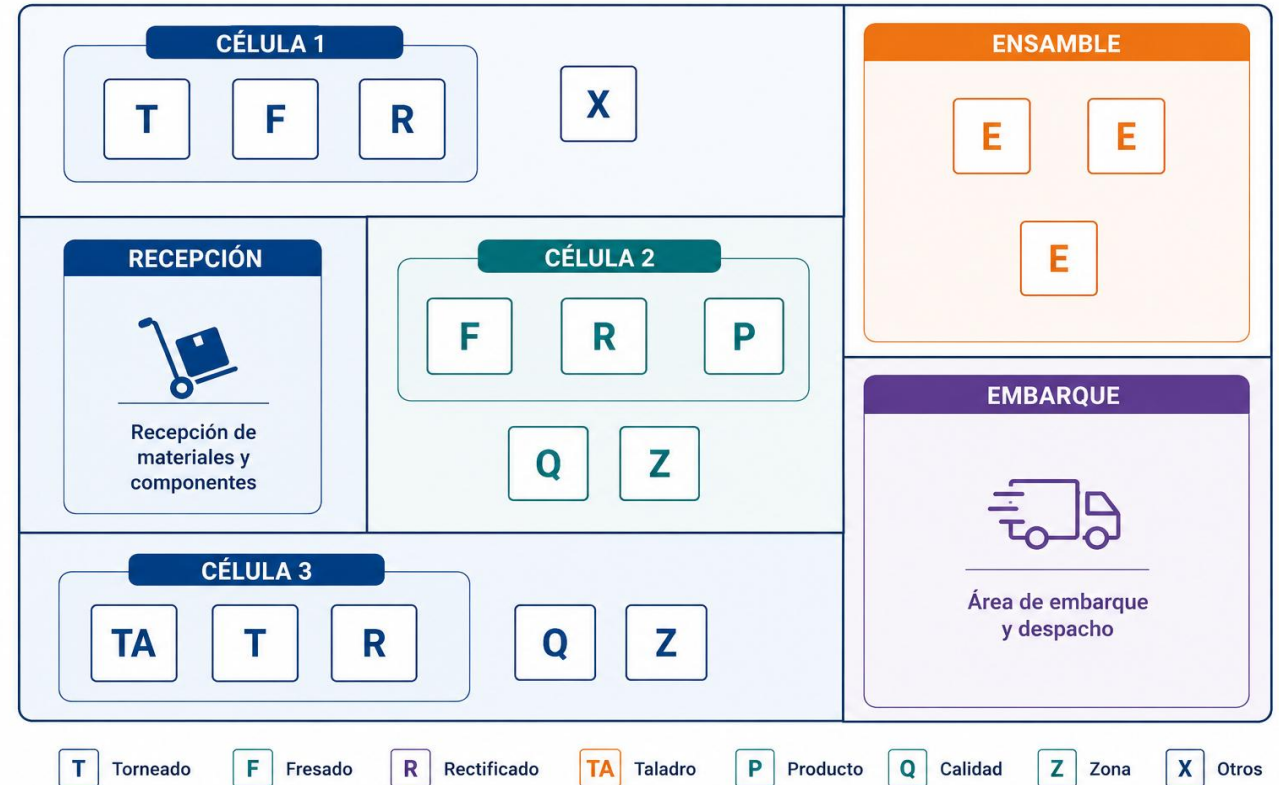
Cada familia de productos recorre distintos departamentos según su ruta particular: los recorridos son largos y se cruzan entre sí, generando tiempos muertos y congestión.

Solución: tres células de trabajo

Una **celda de manufactura** se refiere a un área dedicada a la fabricación de productos que requieren procesos similares. Estas células son diseñadas para desempeñar un conjunto específico de procesos y se dedican a una variedad limitada de productos.

Por lo general, las células están programadas para producir “conforme se necesita” para responder a la demanda actual de los clientes.

Tecnología de grupo se refiere a la clasificación y el sistema de codificación de las piezas que se emplea para especificar los tipos de máquinas que incluye una celda.



Agrupando las máquinas que atienden a cada familia de productos en células dedicadas, el flujo se vuelve directo de Recepción a Embarque, con recorridos cortos y mayor capacidad efectiva.

03

Flujo por Proyecto (Flujo Nulo)

Cada unidad, un artículo único

03

Definición

- Los materiales y procesos confluyen hacia el producto a elaborar — por eso también se lo conoce como flujo nulo.
- Ejemplos: edificios, barcos, aviones.
- Cada unidad se elabora como si fuera un solo artículo, no como parte de una serie.



Características



- Todas las tareas u operaciones individuales deben realizarse en una secuencia que contribuya a los objetivos finales del proyecto.
- Uno de los desafíos principales es la logística de materiales y servicios necesarios.
- Costos operativos significativos.
- Planeación y control administrativo vía utilitarios como MS Project.

Los proyectos requieren...

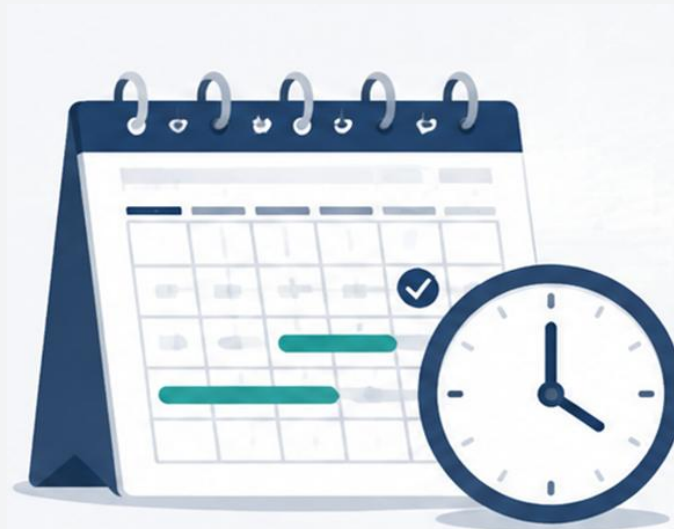
1 Mano de obra intensiva

Gran cantidad de personal especializado coordinado en el tiempo.



2 Gran cantidad de tiempo

Ciclos de producción largos, medidos en meses o años.



3 Múltiples recursos

Equipos, capital de trabajo y proveedores coordinados simultáneamente.



PERT y CPM

- PERT (Program Evaluation and Review Techniques): técnica de evaluación y revisión de proyectos.
- CPM (Critical Path Method): método del camino crítico.
- Permiten verificar precedencias entre tareas y analizar riesgos incorporando tareas de control.
- También favorecen la estandarización de procesos dentro del proyecto.
- Como consecuencia: ***"El producto espera a la máquina"***



04

04 Método SMED

Single Minute Exchange of Die

Meta: reducir el cambio de formato a menos de 10 minutos.

- Técnica de manufactura esbelta para reducir el tiempo de cambio de un producto a otro.
- SMED clasifica las actividades de cambio como **actividades internas** (máquina detenida) vs. **actividades externas** (máquina en funcionamiento).
- El núcleo del método: convertir actividades internas en externas y simplificar ambas.
- Aunque el nombre sugiere una meta de menos de 10 minutos, el objetivo es minimizar el tiempo de cambio tanto como sea posible, aunque esto no siempre sea alcanzable en todos los casos.



Beneficios de implementarlo

1

Mayor flexibilidad

Cambios más rápidos permiten producir lotes más pequeños y responder ágilmente a la demanda.

2

Reducción de desperdicio

Menos tiempo de inactividad y preparación: menos esperas, sobreproducción y defectos.

3

Mayor productividad

Incrementa la efectividad total del equipo.

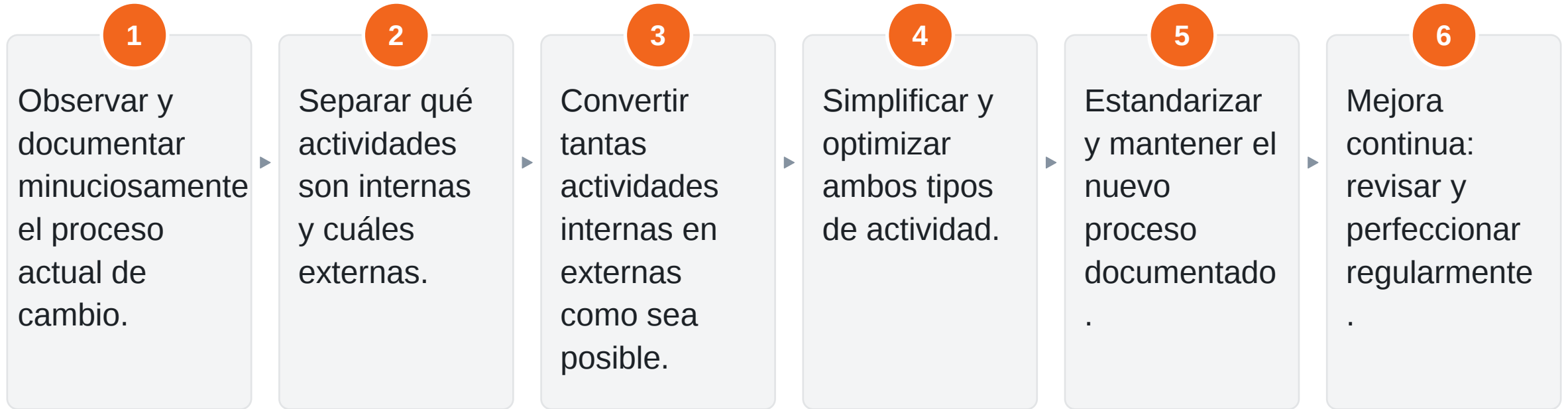
$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

4

Menores costos de inventario

Lotes más pequeños bajo demanda reducen la necesidad de grandes stocks.

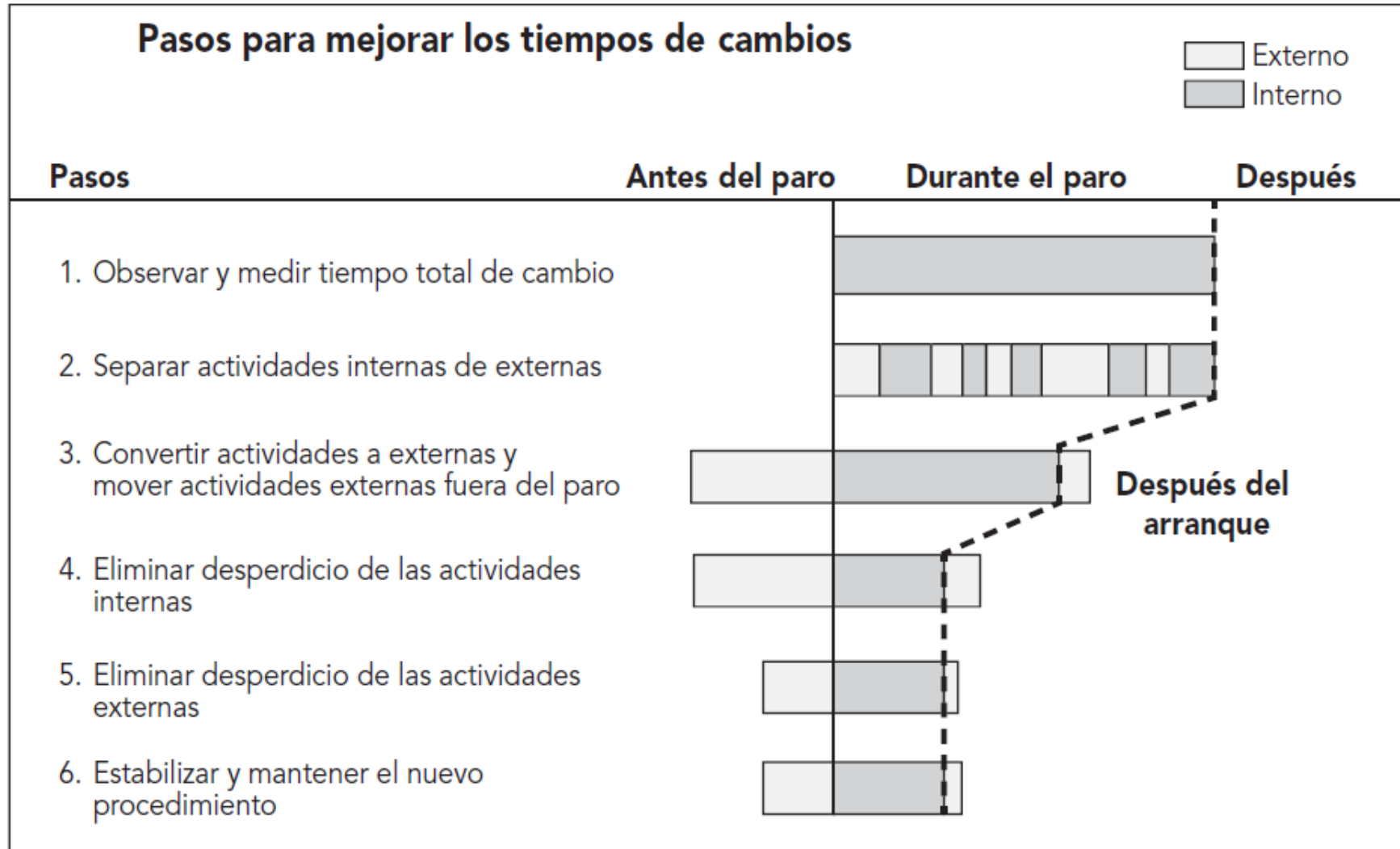
Pasos para implementarlo



Ejemplo real de SMED: un pit stop de Fórmula 1 cambia cuatro neumáticos en menos de tres segundos aplicando exactamente esta lógica interno/externo.

Ejemplo: pit stop en F1 → <https://www.youtube.com/watch?v=7CYl5Zj734U>

Pasos para implementarlo



05

Selección del Sistema Productivo

Encontrar el equilibrio correcto

04

Cuatro criterios de decisión

1 Cantidad

¿Qué volumen de unidades necesito producir por período?

2 Variedad

¿Cuántas variantes o modelos distintos debo poder fabricar?

3 Eficiencia

¿Qué nivel de productividad y utilización de recursos busco?

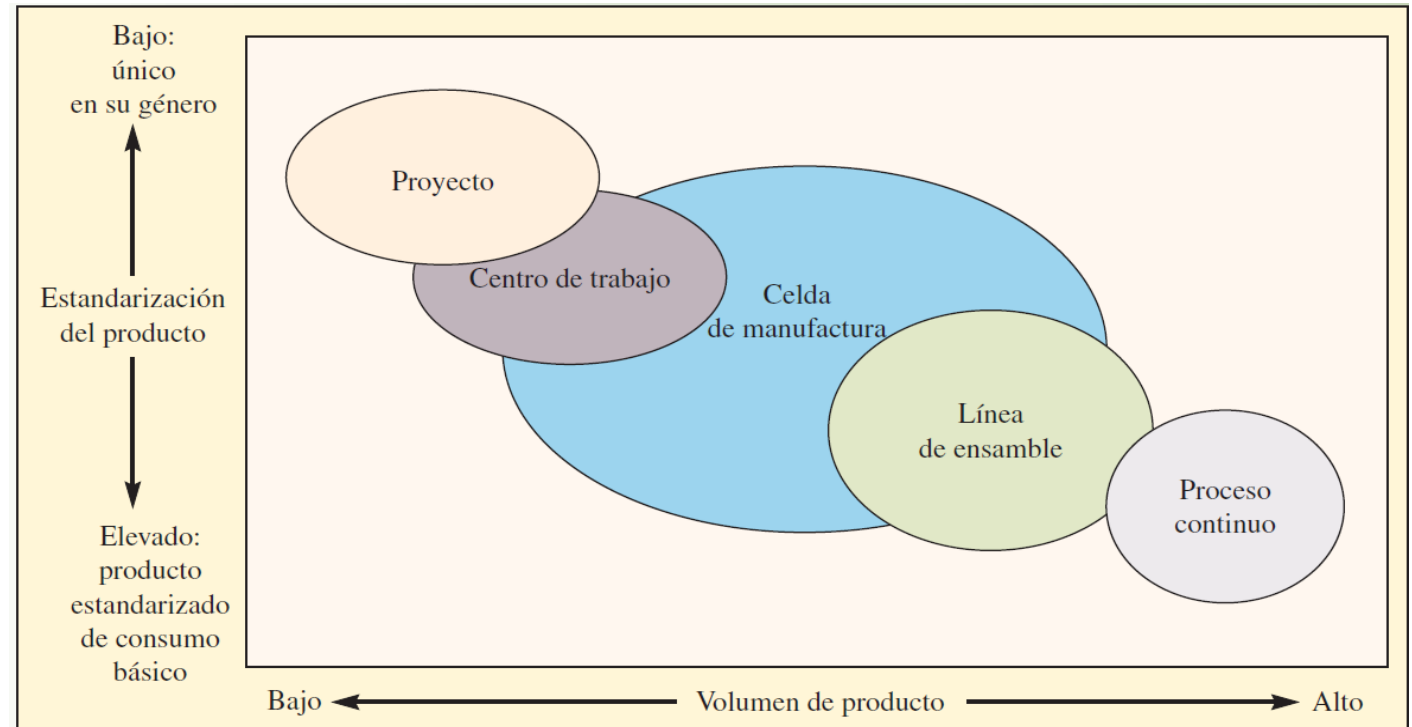
4 Rentabilidad

¿Qué margen y retorno sobre la inversión necesito alcanzar?

Matriz de procesos y productos: marco para describir las estrategias de la distribución

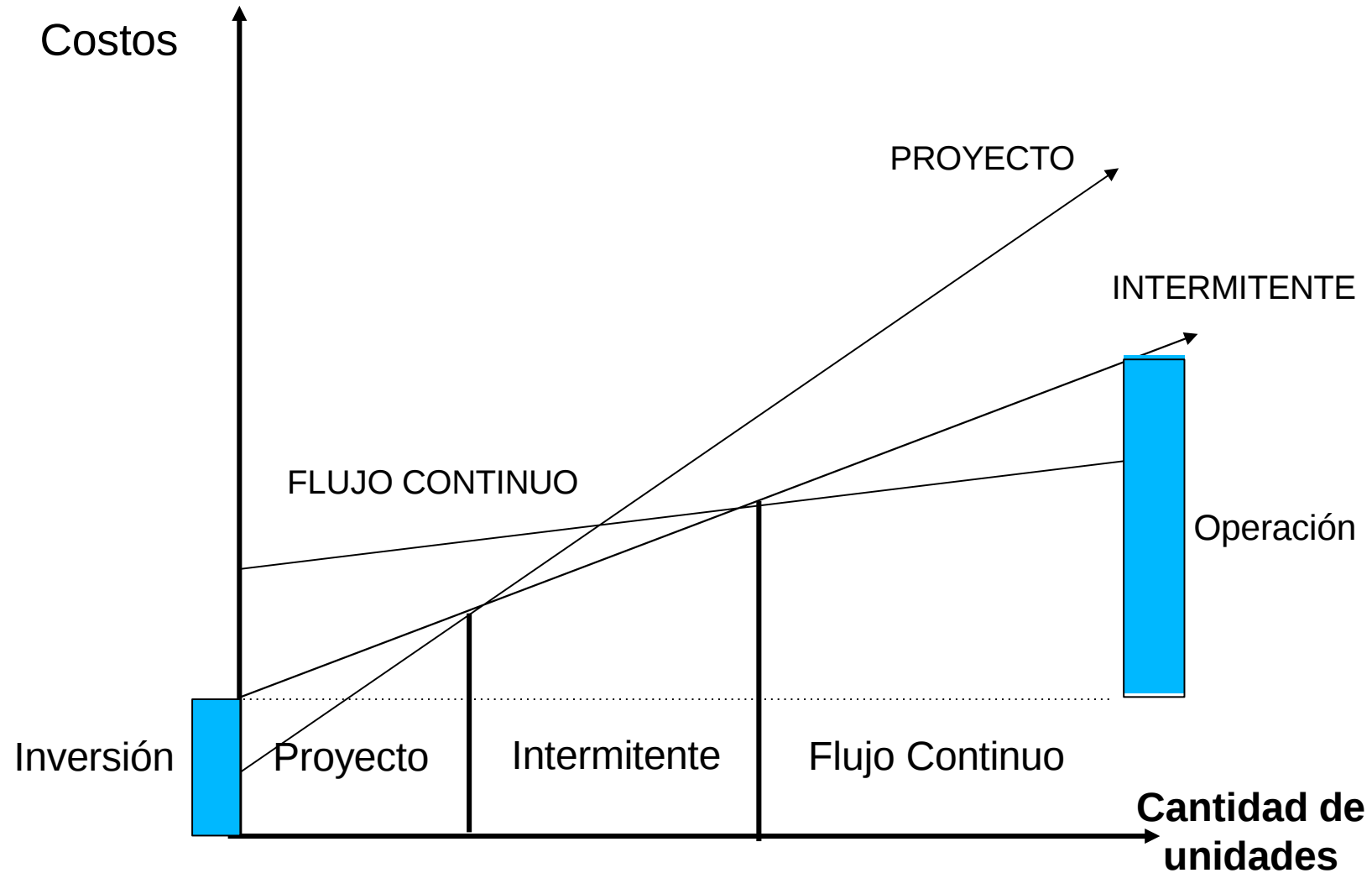
La primera dimensión se refiere al volumen de productos fabricados, o sea el volumen de un producto particular o de un grupo de productos estándar.

La estandarización se presenta en el eje vertical y se refiere a las variaciones del producto, las cuales se miden en términos de diferencias geométricas, diferencias de materiales, etc.



Fuente: Modificado de la matriz de Hayes y Wheelwright. "Matching Product and Processes", en *Restoring Our Competitive Edge: Competing Through Manufacturing*, Wiley, Nueva York, 1984.

Análisis costo-volumen para elegir el proceso



Comparación de los tres sistemas

Características		Continuo	Intermitente	Proyecto
PRODUCTOS	Flexibilidad	Baja	Media	Alta
	Costo unitario	Bajo	Medio	Alto
	Calidad	Consistente	Variable	Variable
	Nivel de servicio	Alto	Medio	No alto
CONTROL Y PLANEACIÓN	Control de producción	Fácil	Difícil	Difícil
	Control de calidad	Fácil	Difícil	Difícil
	Control de inventario	Fácil	Difícil	Difícil
EFICIENCIA	Eficiencia alcanzada	Alta	Baja	Media-Baja
	Objetivo principal	Mantener stock mínimo	Cumplir el mayor N° de órdenes	Cumplir el plazo de entrega

Para llevarse de esta clase

1 Menos volumen, más variedad → más flexibilidad, menos eficiencia

Flujo Intermitente y Flujo por Proyecto priorizan adaptarse al cliente por sobre la escala.

2 Más volumen, menos variedad → más eficiencia, menos flexibilidad

Flujo Continuo optimiza costo unitario a cambio de rigidez frente al cambio.

3 La elección correcta depende del equilibrio entre cantidad, variedad, eficiencia y rentabilidad que tu producto necesita.

No existe un sistema 'mejor' en abstracto: existe el sistema correcto para cada estrategia de negocio.

05

PRÁCTICA

Diseño de Sistemas Productivos — Administración de Operaciones

Preguntas de verificación de conceptos



<https://www.menti.com/>
Código **3625 8245**

01 ¿Por qué la elección del sistema productivo se considera una decisión estratégica y no operativa?

02 En la matriz de Hayes-Wheelwright, ¿qué significa que una empresa esté fuera de la diagonal?

03 ¿Qué relación existe entre el tiempo de cambio de formato (setup) y la técnica SMED?

04 En el caso de diseño de capacidad, ¿por qué escalar todas las capacidades por igual no mejoró la rentabilidad relativa?

05 ¿Qué ventaja ofrece la Tecnología de Grupo frente a un layout funcional tradicional en flujo intermitente?

06 ¿Cuál es la diferencia clave entre línea de fabricación y línea de ensamble?

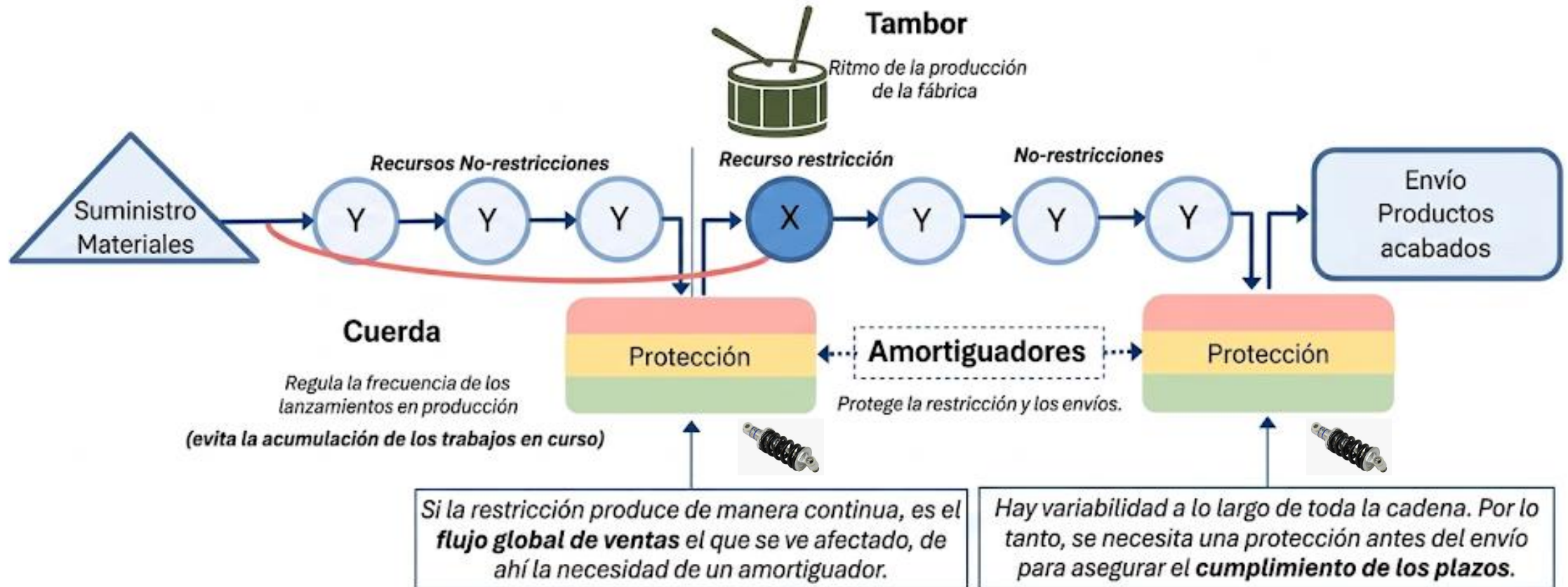
Sincronizar la línea al ritmo de la restricción



Sincronizar la línea al ritmo de la restricción

Empresa	Cómo lo aplicó / Resultados
	Utiliza los principios of TOC para identificar cuellos de botella en sus centros de distribución y logística, optimizando el flujo de paquetes en temporadas de alta demanda.
	Aunque es la creadora del <i>Lean Manufacturing</i> , integra conceptos de TOC para decidir exactamente dónde colocar inventario de seguridad (<i>buffers</i>) y regular el ritmo de sus líneas.
	Logró reducir drásticamente los tiempos de entrega y los niveles de inventario en varias de sus plantas automotrices al subordinar la producción al cuello de botella.
	Aplicó TOC en sus talleres de mantenimiento y reparación de aviones, reduciendo los tiempos de espera y logrando que los aviones volvieran a operar mucho más rápido.

Sincronizar la línea al ritmo de la restricción



https://www.youtube.com/watch?v=yQba52d_574&t=40s

Sincronizar la línea al ritmo de la restricción



Idea central de la Teoría de las Restricciones (TOC): un sistema no puede producir más rápido que su restricción. Optimizar cada proceso por separado no sirve de nada si no se sincroniza todo al ritmo del cuello de botella.

Tambor (Drum)

El proceso restrictivo marca el ritmo de producción de toda la línea: nadie puede ir más rápido que él, sin importar cuánta capacidad sobre en el resto.

Amortiguador (Buffer)

Un stock de protección ubicado justo antes de la restricción, para que el tambor nunca se quede sin trabajo por variabilidad en los procesos anteriores.

Cuerda (Rope)

Sincroniza la liberación de materia prima en el Proceso 1 con el ritmo del tambor: no se libera más material del que la restricción puede procesar.

En nuestro caso, el Proceso 3 es el tambor: por eso planificamos el resto de las capacidades en función de él, con exceso aguas arriba y aguas abajo.

Los cinco pasos de enfoque (TOC)

1

Identificar la restricción del sistema: el elemento que limita avanzar hacia la meta.

2

Explotar la restricción: sacarle el máximo rendimiento posible sin grandes inversiones.

3

Subordinar todo lo demás al ritmo de la restricción, aunque baje la eficiencia individual de otros recursos.

4

Elevar la restricción: invertir para aumentar su capacidad si los pasos anteriores no alcanzan.

5

Volver al paso 1: al romperse una restricción, aparece otra en algún lugar del sistema.

Estos cinco pasos no son exclusivos de fábricas: funcionan igual en flujos de información y de servicios. Veamos un caso real de un banco.

Caso banco y el proceso de otorgar un préstamo

Un banco viene creciendo fuerte en la colocación de créditos donde la demanda de solicitudes sube mes a mes.

El problema es que aprobar un crédito no es un trámite automático: cada solicitud tiene que pasar por un analista de crédito, una persona especializada que evalúa el riesgo, revisa la documentación y decide si se aprueba o no.

El resultado: empiezan a acumularse expedientes esperando ser evaluados, los clientes esperan cada vez más para tener una respuesta, y la satisfacción empieza a caer.



Caso banco y el proceso de otorgar un préstamo



Paso 1: Identificar la restricción del sistema

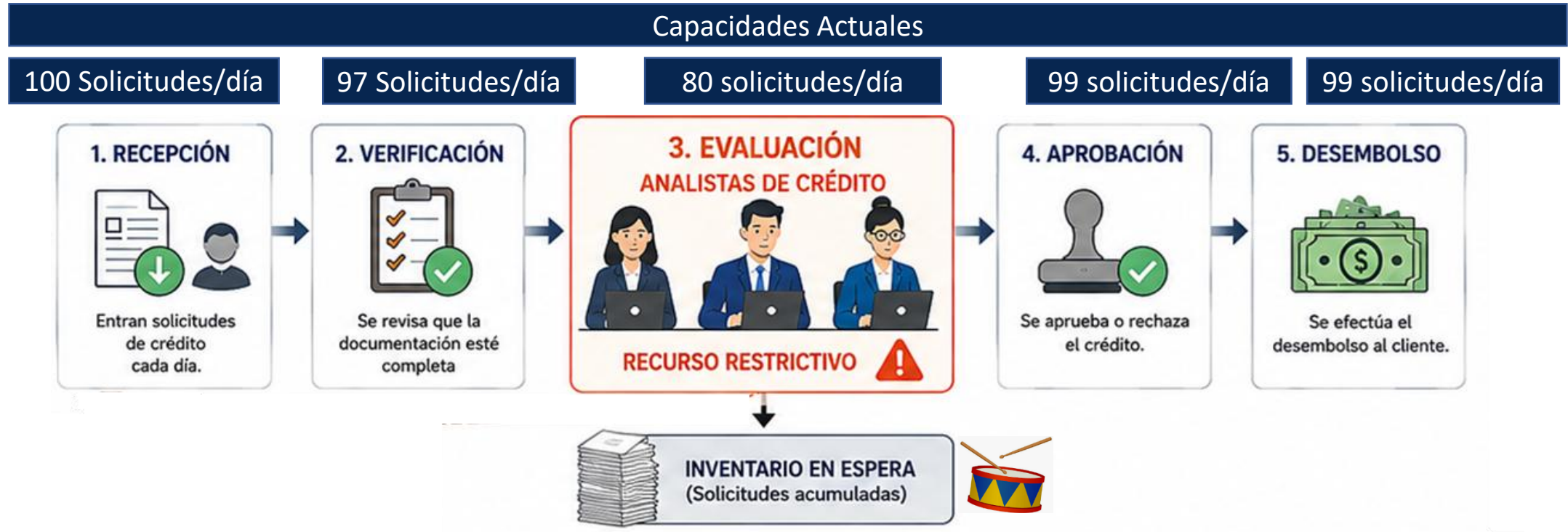
Paso 2: Decidir cómo explotar la restricción del sistema

Paso 3: Subordinarlo todo a las decisiones precedentes

Paso 4: Elevar la restricción

Paso 5: Volver al paso 1

Caso banco y el proceso de otorgar un préstamo



Paso 1: Identificar la restricción del sistema

Paso 2: Decidir cómo explotar la restricción del sistema

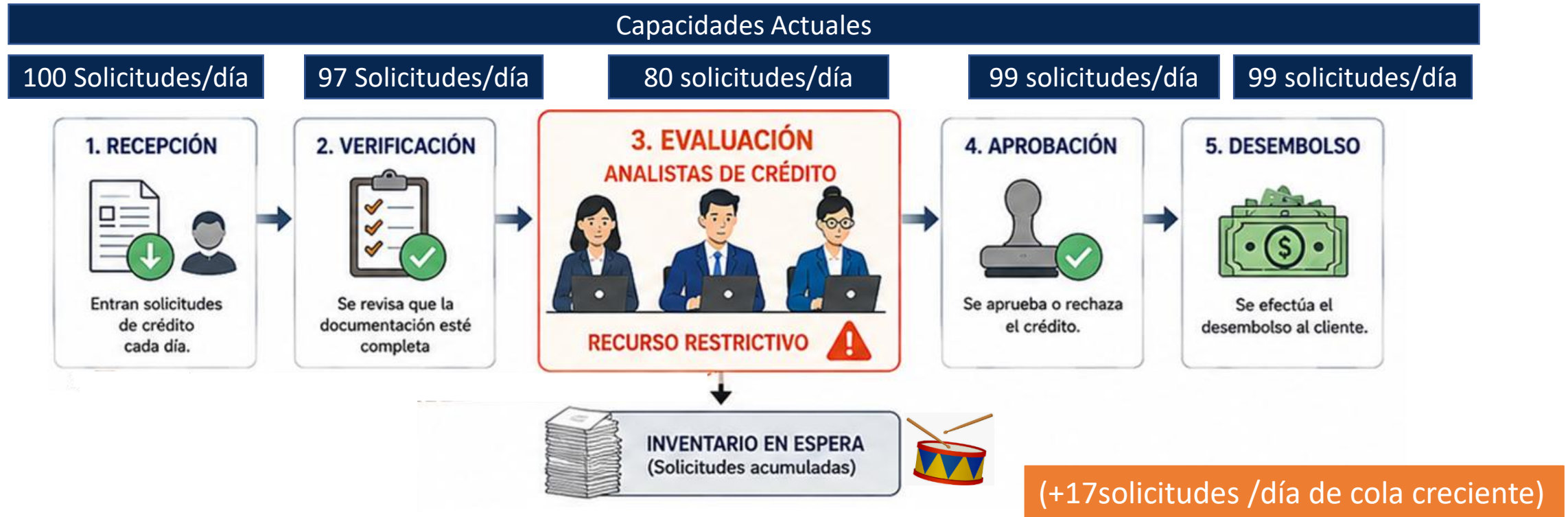
Paso 3: Subordinarlo todo a las decisiones precedentes

Paso 4: Elevar la restricción

Paso 5: Volver al paso 1

Los analistas de crédito marcan el ritmo de todo el trámite: por más rápido que entren 100 solicitudes, hay una cola creciente de **+ 17 solicitudes/días**

Un banco: el cuello de botella son los analistas de crédito



Paso 1: Identificar la restricción del sistema

Paso 2: Decidir cómo explotar la restricción del sistema

Paso 3: Subordinarlo todo a las decisiones precedentes

Paso 4: Elevar la restricción

Paso 5: Volver al paso 1

Un banco: el cuello de botella son los analistas de crédito



Paso 1: Identificar la restricción del sistema

Paso 2: Decidir cómo explotar la restricción del sistema **(sin invertir)**

Paso 3: Subordinarlo todo a las decisiones precedentes

Paso 4: Elevar la restricción

Paso 5: Volver al paso 1



Un banco: el cuello de botella son los analistas de crédito



Paso 1: Identificar la restricción del sistema

Paso 2: Decidir cómo explotar la restricción del sistema

Paso 3: Subordinarlo todo a las decisiones precedentes

Paso 4: Elevar la restricción

Paso 5: Volver al paso 1

Un banco: el cuello de botella son los analistas de crédito



Paso 1: Identificar la restricción del sistema

Paso 2: Decidir cómo explotar la restricción del sistema

Paso 3: Subordinarlo todo a las decisiones precedentes

Paso 4: Elevar la restricción

Paso 5: Volver al paso 1



Un banco: el cuello de botella son los analistas de crédito



Paso 1: Identificar la restricción del sistema

Paso 2: Decidir cómo explotar la restricción del sistema

Paso 3: Subordinarlo todo a las decisiones precedentes

Paso 4: Elevar la restricción

Paso 5: Volver al paso 1

La demanda sigue creciendo y los analistas vuelven a quedar cortos.. ¿Y ahora?

Un banco: el cuello de botella son los analistas de crédito



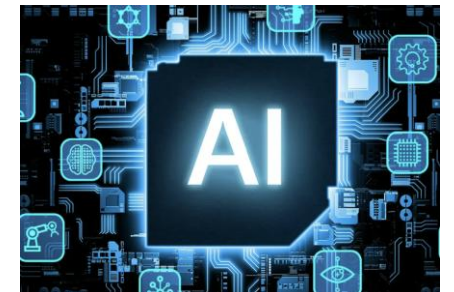
Paso 1: Identificar la restricción del sistema

Paso 2: Decidir cómo explotar la restricción del sistema

Paso 3: Subordinarlo todo a las decisiones precedentes

Paso 4: Elevar la restricción

Paso 5: Volver al paso 1



Paso 4 y 5: elevar la restricción... y que se desplace

Paso 4 — Elevar la restricción: si explotar y subordinar no alcanzan para cubrir la demanda, el banco invierte en tecnología y/o contrata más analistas de crédito, aumentando la capacidad de procesamiento.

Paso 5 — El ciclo nunca termina: cada restricción que se rompe revela la siguiente. Ese desplazamiento continuo es el motor de la mejora continua en TOC.

1

1. Restricción de *políticas*

Exigir tarjeta de crédito propia limitaba la demanda. Al abrir el crédito a cualquier cliente con cuenta activa, la demanda vuelve a subir.

2

2. Restricción *financiera*

Con tantos créditos aprobados, el banco se queda sin capital para financiarlos todos. Se resuelve negociando fondos con prestamistas externos.

3

3. Restricción de *mercado*

Con capital y analistas de sobra, los mercados tradicionales se saturan. Marketing diseña un producto para un nicho desatendido: créditos para estudiantes universitarios.

4

4. Vuelve saturar la *capacidad interna*

La demanda estudiantil vuelve a saturar a los analistas. Esta vez se resuelve con software de trámite automatizado.

Preguntas ? Gracias!!



Diseño de Sistemas Productivos — Administración de Operaciones