


ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES

DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS



Contenidos

- Características del flujo del proceso productivo.
 - Tipos de sistemas productivos
 - Flujo Continuo
 - Línea de Fabricación
 - Línea de Ensamble
 - Proceso Continuo
 - Flujo Intermitente
 - Flujo Nulo o por Proyecto
 - Selección del Sistema Productivo.
 - Características de los Sistemas Productivos.
 - Mejora de eficiencia en Flujo Continuo.
 - Mejora de eficiencia en Flujo Nulo o por Proyecto.
 - Mejora de eficiencia en Flujo Intermitente.
 - Diseño asistido por computadora.
 - Manufactura asistida por computadora.
 - Tecnología de Grupo
 - Preguntas de verificación de conceptos.
- 

Introducción

- Las decisiones relacionadas a la selección de sistemas productivos son de tipo estratégicas ya que afectan a los costos, la calidad, la confiabilidad y la flexibilidad de las operaciones.
- Tienden a comprometer a la empresa con equipo, instalaciones y un tipo específico de fuerza de trabajo.
- Antes de tomar decisiones sobre selección de sistemas productivos, se debe conocer:
 - el volumen de producción objetivo
 - la variedad de productos deseados
 - la rentabilidad que se ha planteado alcanzar
- Este tipo de decisiones requieren una perspectiva de largo plazo y una gran interacción entre producción, márketing, estudios de mercado, finanzas, etc.

Tipos de Sistemas Productivos

- **Flujo Continuo**
 - Línea de Fabricación
 - Línea de ensamble
 - Proceso Continuo
 - **Flujo Intermitente**
 - **Flujo por Proyecto o Flujo nulo**
- 

FLUJO CONTINUO

- Se **caracteriza** por:
 - **Asignación de máquinas o centros de trabajo a un producto o familia de productos.**
 - **El tiempo de ciclo:** lapso entre la salida de un producto y el siguiente



“ La máquina espera al producto ”

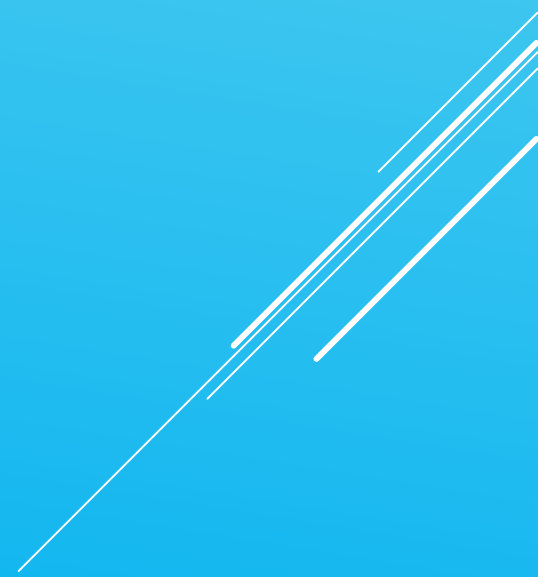
FLUJO CONTINUO

- Los procesos deben estar estandarizados.



FLUJO CONTINUO

- Las operaciones de flujo continuo se dividen en tres tipos de producción:
 - Línea de fabricación
 - Línea de montaje
 - Proceso continuo



FLUJO CONTINUO

Línea de fabricación

Características:

- La materia prima va sufriendo cambios a medida que va pasando de una estación de trabajo a la siguiente
- Ej.: perfiles de acero, productos plásticos.
- Fabricación de tubos sin costura

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



FLUJO CONTINUO

Línea de ensamble

- Ej.: Industria automotriz.
- Producción Toyota Hilux, SW4 Argentina y Centro de Visitas <https://www.youtube.com/watch?v=V7Pn9NbjHkY>



FLUJO CONTINUO

Línea de ensamble

Características:

- La materia prima va sufriendo cambios a medida que va pasando de una estación de trabajo a la siguiente
- Las partes esperan al producto (stock) o deben estar disponibles al momento del ensamble (just in time)
- Control de calidad en línea
- Tareas altamente repetitivas

Objetivo de programación de una línea de fabricación:

FLUJO CONTINUO


Línea de ensamble – Objetivo de Programación

El objetivo es ajustar la producción al ritmo requerido por el mercado o el cliente.

La programación busca que la línea fluya como un “reloj”, sin cuellos de botella, sin paros y entregando la producción requerida en el tiempo esperado.

Desafíos

El principal desafío es mantener un stock mínimo de producto terminado (y de intermedios) y minimizar los paros de la línea.



FLUJO CONTINUO

Línea de ensamble – Prestación de servicios

Control de seguridad en aeropuertos:

Los pasajeros siguen un flujo continuo desde el ingreso, revisión de documentos, escaneo de equipaje y paso por detectores.

Estaciones de inspección vehicular o verificación técnica:

Los vehículos siguen una línea con pasos secuenciales como revisión de frenos, emisiones, luces, etc.

Lavado de autos automático

Los vehículos se mueven a través de una línea donde se realizan secuencialmente todas las etapas del lavado.

Emisión de Licencia de Conducir

El interesado va pasando de estación en estación, presentando documentación, asistiendo a control oftalmológico, examen, prueba de manejo y entrega de documento.

FLUJO CONTINUO

Proceso Continuo

- Ej.: Industria del cemento, del papel, destilación del petróleo, alimenticia, generación eléctrica.



FLUJO CONTINUO

- Las operaciones son extremadamente eficientes e inflexibles



FLUJO CONTINUO

- Fraccionamiento Bodega López

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



FLUJO CONTINUO

Existen Riesgos de:

- Obsolescencia del producto,
- Insatisfacción laboral
- Cambio en la tecnología del proceso



FLUJO CONTINUO

Objetivos Clave en la Optimización de un Proceso de Flujo Continuo

1. Maximizar la eficiencia del proceso

- Reducir tiempos de ciclo y tiempos muertos.
- Aumentar el rendimiento de los equipos/procesos. Simulación, uso de gemelos digitales
- Eliminar cuellos de botella.

2. Reducir costos operativos

- Minimizar el consumo de materias primas, energía y recursos.
- Disminuir el desperdicio (scrap, reprocesos).
- Optimizar el uso de personal y tecnología.

3. Asegurar la calidad del producto

- Garantizar uniformidad y consistencia en la producción.
- Reducir la variabilidad del proceso.
- Cumplir con normativas y especificaciones técnicas.

4. Mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos

- Reducir paradas no planificadas (realizar mantenimiento predictivo)
- Aumentar el tiempo de operación continua sin fallos
 - Gestión de malos actores

FLUJO CONTINUO

Objetivos Clave en la Optimización de un Proceso de Flujo Continuo

5. Aumentar la rentabilidad global

- Mejorar el margen por unidad producida (indicador clave)
- Elevar el retorno sobre la inversión (ROI) con mejoras tecnológicas.

6. Incrementar la flexibilidad operativa

- Adaptarse a cambios en la demanda sin perder eficiencia.
- Implementar ajustes rápidos (SMED) y sistemas de control adaptativos.

7. Impulsar la sostenibilidad y la eficiencia energética

- Reducir la huella de carbono y el impacto ambiental.
- Cumplir objetivos ESG (ambientales, sociales y de gobernanza).

8. Mejorar la trazabilidad y la toma de decisiones

- Incorporar herramientas de monitoreo y análisis en tiempo real.
- Digitalizar procesos para obtener datos precisos y accionables.

FLUJO CONTINUO - SMED

Significa **Single Minute Exchange of Die** (Cambio de Troquel en un Dígito de Minuto), es una técnica de manufactura esbelta orientada a reducir el tiempo que toma cambiar el equipo de producción de un producto a otro. El objetivo es minimizar los tiempos de preparación a menos de 10 minutos, permitiendo cambios rápidos de producción y mayor flexibilidad.

Conceptos clave del SMED:

- **Actividades internas vs. externas:** SMED clasifica las actividades de cambio como internas (realizadas mientras la máquina está detenida) y externas (realizadas mientras la máquina está en funcionamiento).
- **Enfoque en conversión y simplificación:** El núcleo del SMED consiste en convertir tantas actividades internas como sea posible en actividades externas, y luego simplificar ambas para lograr una mayor eficiencia.
- **Meta de un solo dígito de minutos:** 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.

FLUJO CONTINUO - SMED

Beneficios de implementar SMED:

- **Mayor flexibilidad:**
 - Cambios más rápidos permiten a los fabricantes responder más ágilmente a las demandas cambiantes de los clientes y producir lotes más pequeños con mayor eficiencia.
- **Reducción de desperdicio:**
 - SMED minimiza el tiempo de inactividad y de preparación, reduciendo el desperdicio asociado a esperas, sobreproducción y defectos.
- **Mayor productividad:**
 - Al reducir los tiempos de cambio, SMED ayuda a incrementar la efectividad total del equipo (OEE) y la productividad.
- **Menores costos de inventario:**
 - Los cambios más rápidos permiten fabricar lotes más pequeños bajo demanda, reduciendo la necesidad de grandes inventarios y sus costos asociados.

FLUJO CONTINUO - SMED

Pasos para implementar SMED:

- **Observar y documentar:** Observar y documentar minuciosamente el proceso actual de cambio para comprender todas las actividades involucradas.
- **Separar actividades internas y externas:** Identificar qué actividades pueden realizarse mientras la máquina está en funcionamiento.
- **Convertir internas a externas:** Mover tantas actividades internas a externas como sea posible.
- **Simplificar actividades:** Simplificar y optimizar tanto las actividades internas como externas.
- **Estandarizar y mantener:** Documentar el nuevo proceso y asegurar que se siga de manera consistente.
- **Mejora continua:** SMED es un proceso continuo, por lo que debe revisarse y perfeccionarse regularmente.

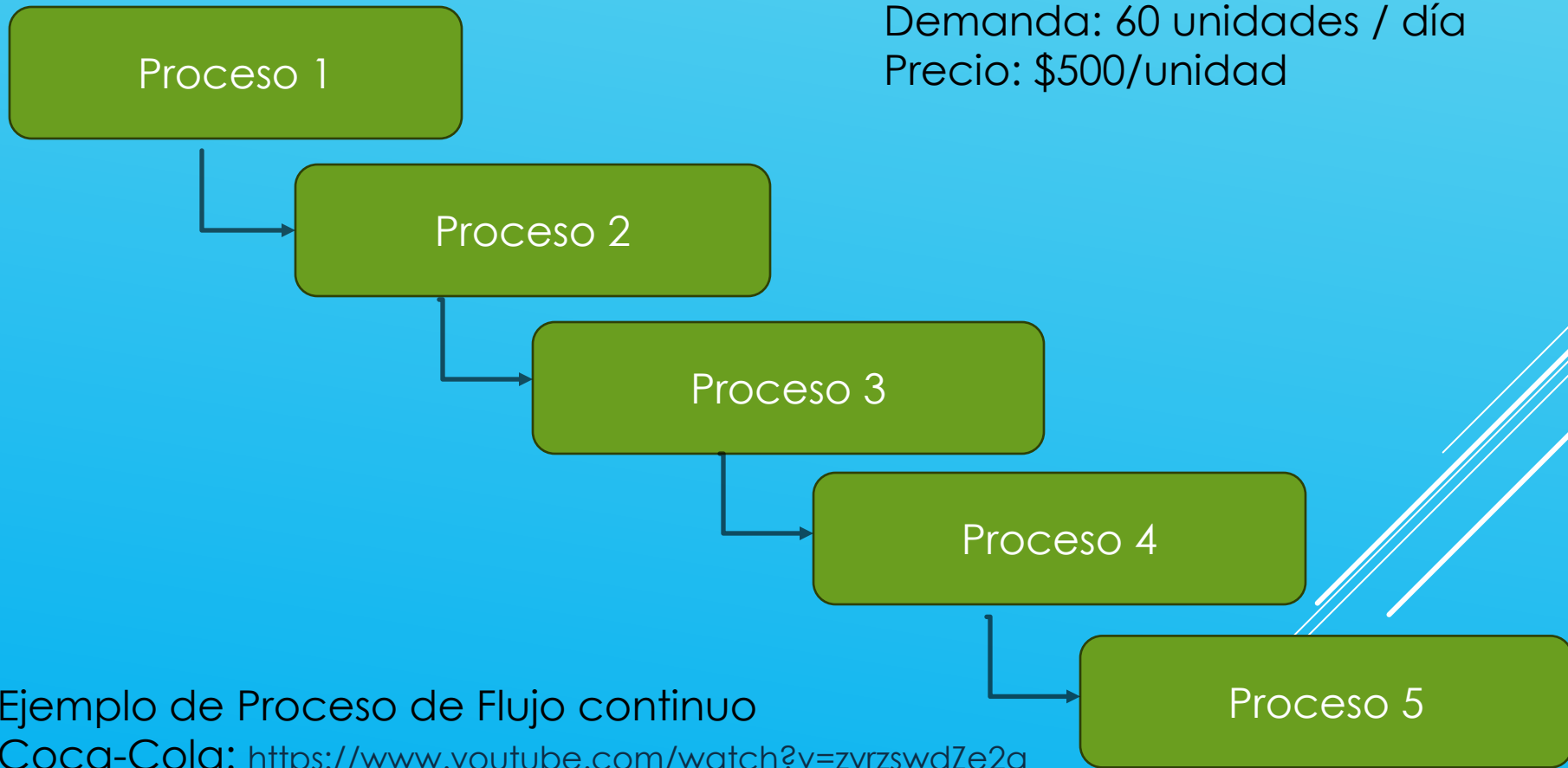
Ejemplo: pit stop en F1

<https://www.youtube.com/watch?v=7CYl5Zj734U>

FLUJO CONTINUO

Diseño de capacidad en un proceso de flujo continuo

Demanda: 60 unidades / día
Precio: \$500/unidad



FLUJO CONTINUO

Diseño de capacidad en un proceso de flujo continuo

Proceso 1
Capacidad: 60u/d



Proceso 2
Capacidad: 60u/d



Proceso 3
Capacidad: 60u/d



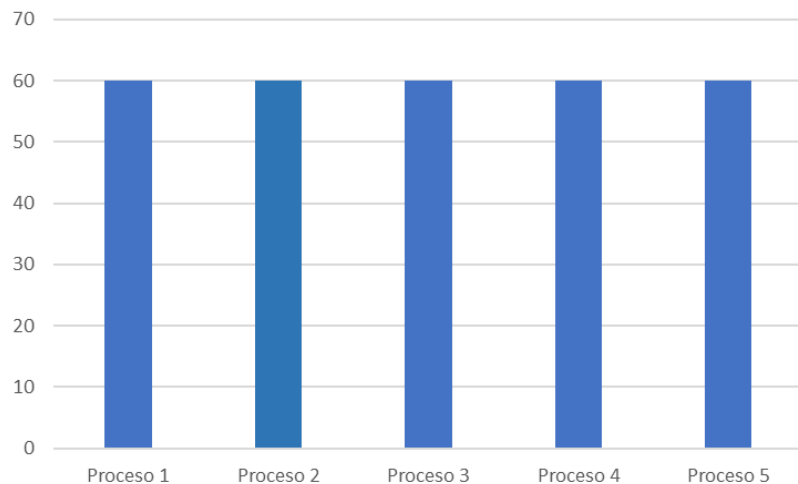
Proceso 4
Capacidad: 60u/d



Proceso 5
Capacidad: 60u/d

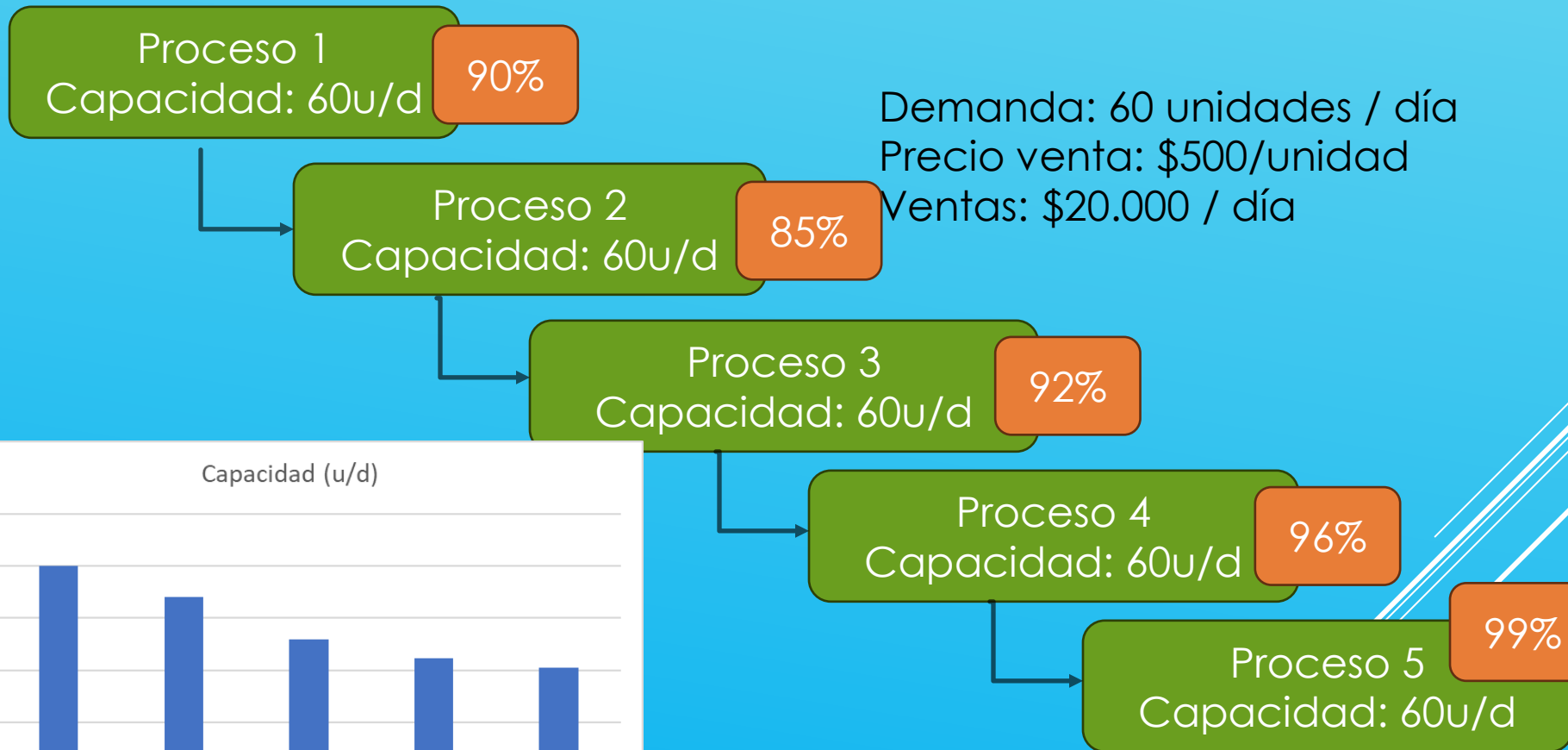
Demanda: 60 unidades / día
Precio venta: \$500/unidad
Ventas: \$30.000 / día

Capacidad (u/d)

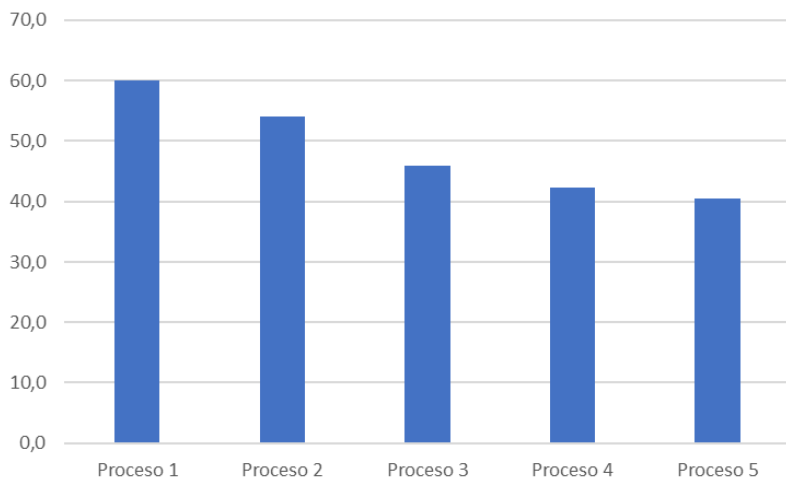


FLUJO CONTINUO

Diseño de capacidad en un proceso de flujo continuo



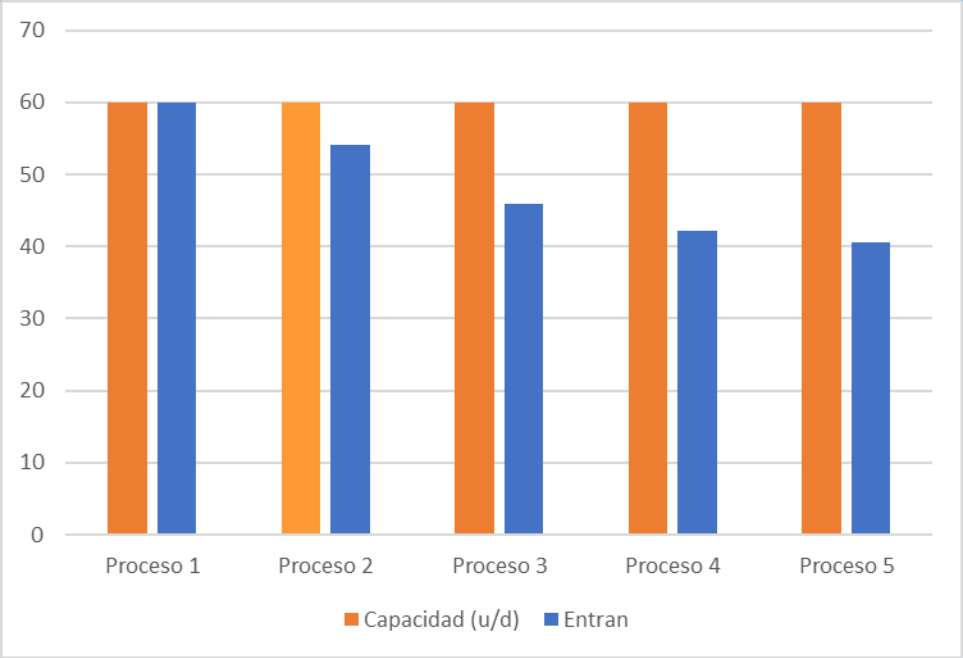
Capacidad (u/d)



FLUJO CONTINUO

Diseño de capacidad

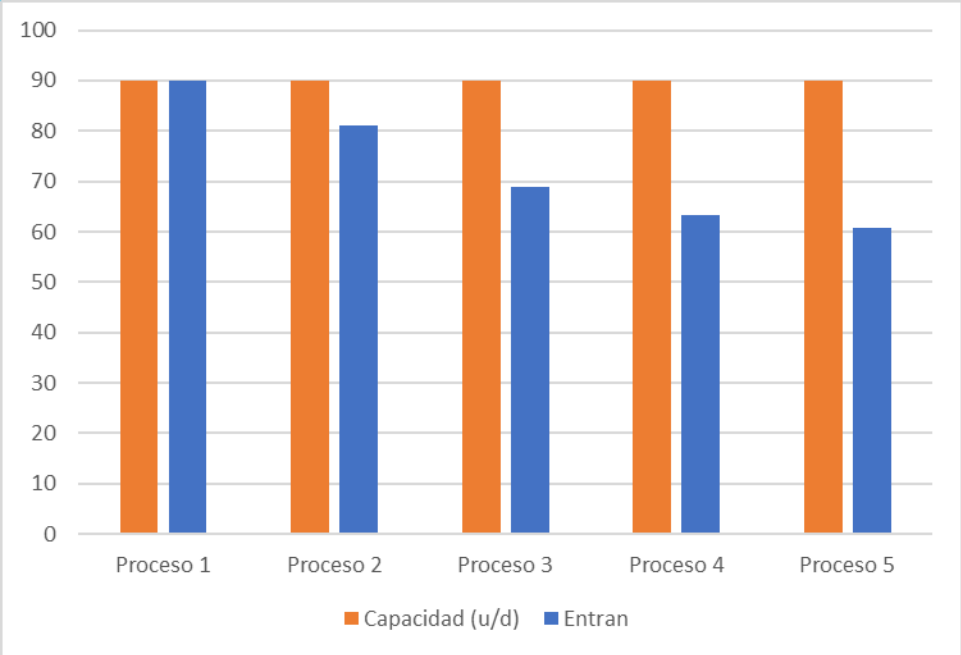
	Valor Venta	\$ 500,0	Demanda	60						
	Capacidad (u/d)	Costo Fijo (\$/u/d)	Costo variable (\$/u)	Efectividad	Entran	Salen		Rentabilidad		
Proceso 1	60	\$ 500,0	\$ 20,0	90%	60,0	54,0		Capacidad Fabricación	40,1	
Proceso 2	60	\$ 450,0	\$ 30,0	85%	54,0	45,9		Ventas	\$ 20.066,7	
Proceso 3	60	\$ 1.500,0	\$ 50,0	92%	45,9	42,2		- Costo Variable	-\$ 6.364,9	
Proceso 4	60	\$ 200,0	\$ 20,0	96%	42,2	40,5		- Costo Fijo	-\$ 7.875,0	
Proceso 5	60	\$ 500,0	\$ 10,0	99%	40,5	40,1				
		\$ 189.000,0							\$ 5.826,8	3,08%



FLUJO CONTINUO

Diseño de capacidad

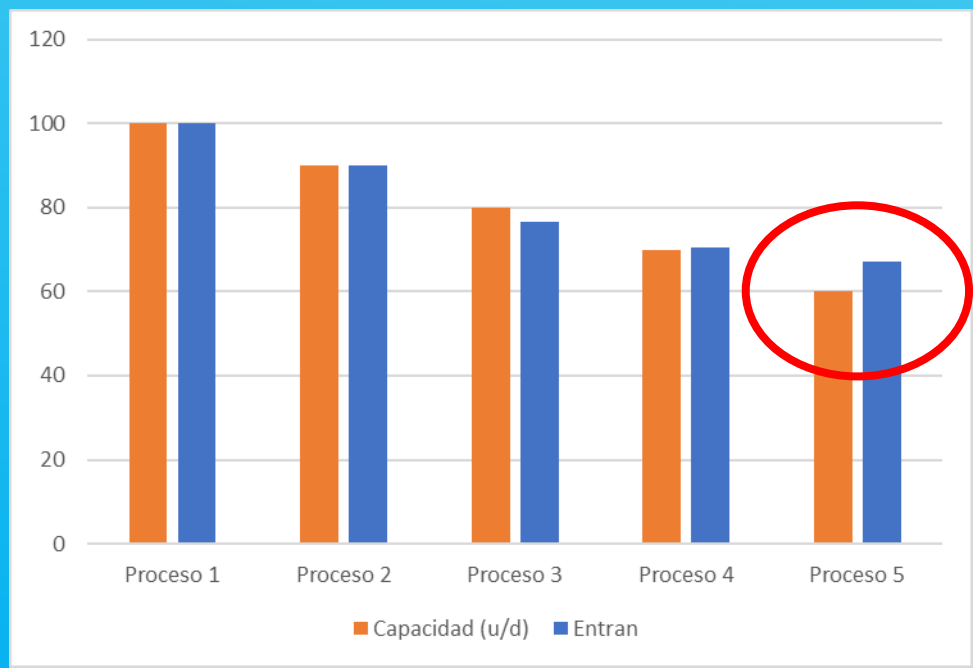
	Capacidad (u/d)	Costo Fijo (\$/u/d)	Costo variable (\$/u)	Efectividad	Entran	Salen		Rentabilidad		
Proceso 1	90	\$ 500,0	\$ 20,0	90%	90,0	81,0		Capacidad Fabricación	60,2	
Proceso 2	90	\$ 450,0	\$ 30,0	85%	81,0	68,9		Ventas	\$ 30.100,1	
Proceso 3	90	\$ 1.500,0	\$ 50,0	92%	68,9	63,3		- Costo Variable	-\$ 9.547,4	
Proceso 4	90	\$ 200,0	\$ 20,0	96%	63,3	60,8		- Costo Fijo	-\$ 11.812,5	
Proceso 5	90	\$ 500,0	\$ 10,0	99%	60,8	60,2				
		\$ 283.500,0							\$ 8.740,2	3,08%



FLUJO CONTINUO

Diseño de capacidad

	Capacidad (u/d)	Costo Fijo (\$/u/d)	Costo variable (\$/u)	Efectividad	Entran	Salen		Rentabilidad		
Proceso 1	100	\$ 500,0	\$ 20,0	90%	100,0	90,0		Capacidad Fabricación	59,4	
Proceso 2	90	\$ 450,0	\$ 30,0	85%	90,0	76,5		Ventas	\$ 29.700,0	
Proceso 3	80	\$ 1.500,0	\$ 50,0	92%	76,5	70,4		- Costo Variable	-\$ 10.604,6	
Proceso 4	70	\$ 200,0	\$ 20,0	96%	70,4	67,2		- Costo Fijo	-\$ 10.604,2	
Proceso 5	60	\$ 500,0	\$ 10,0	99%	67,2	59,4				
		\$ 254.500,0							\$ 8.491,2	3,34%

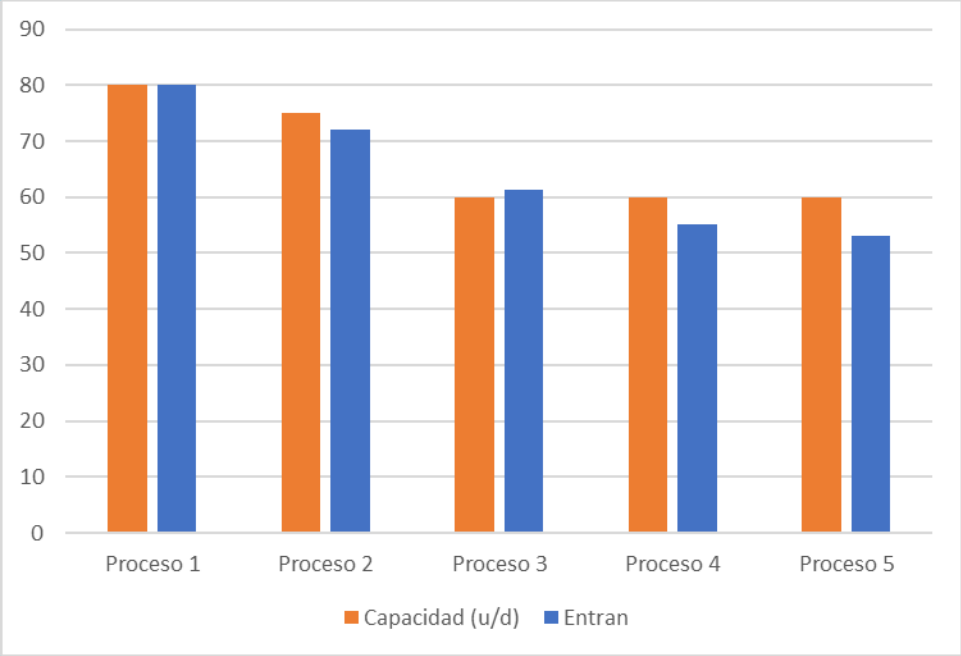


Tengo un
problemita de
capacidad

FLUJO CONTINUO

Diseño de capacidad

	Capacidad (u/d)	Costo Fijo (\$/u/d)	Costo variable (\$/u)	Efectividad	Entran	Salen		Rentabilidad		
Proceso 1	80	\$ 500,0	\$ 20,0	90%	80,0	72,0		Capacidad Fabricación	52,5	
Proceso 2	75	\$ 450,0	\$ 30,0	85%	72,0	61,2		Ventas	\$ 26.231,0	
Proceso 3	60	\$ 1.500,0	\$ 50,0	92%	61,2	55,2		- Costo Variable	-\$ 8.453,9	
Proceso 4	60	\$ 200,0	\$ 20,0	96%	55,2	53,0		- Costo Fijo	-\$ 8.572,9	
Proceso 5	60	\$ 500,0	\$ 10,0	99%	53,0	52,5				
		\$ 205.750,0							\$ 9.204,2	4,47%



Identificamos el proceso crítico y planificamos el resto de las capacidades en función de éste asegurando tener exeso de capacidad aguas arriba y aguas abajo para así mantener el proceso crítico siempre al 100% de su capacidad.

FLUJO INTERMITENTE

Un producto **comparte máquinas** o equipos con otros productos por lo que se puede interrumpir el flujo de producción hasta que se desocupe el centro de trabajo.

“El producto espera a la máquina”



FLUJO INTERMITENTE

- Son muy flexibles para cambiar el producto o el volumen de producción a costa de una menor eficiencia.



FLUJO INTERMITENTE

- Se justifica cuando los procesos asociados a fabricación del producto, no requieren estandarización y el volumen de producción es bajo.



FLUJO INTERMITENTE

Ventajas:

- Es más económico que el continuo
- Involucra menor riesgo al considerar otras alternativas frente a la caducidad de un producto determinado.
- Se usa al principio del ciclo de vida de los productos.



FLUJO INTERMITENTE

Desventajas:

- La programación es muy compleja
- Riesgo de tener altos stocks de producto en proceso de elaboración
- El control de calidad es difícil por la variabilidad o no estandarización de los productos



MEJORA DE EFICIENCIA EN FLUJO INTERMITENTE



DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD: Computer Aided Design)

- Facilita cálculos de diseño de ingeniería
- Análisis de esfuerzos – Estudio de esfuerzos por elementos finitos
- Resistencia de materiales



MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA (CAM: Computer Aided Manufacturing)

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



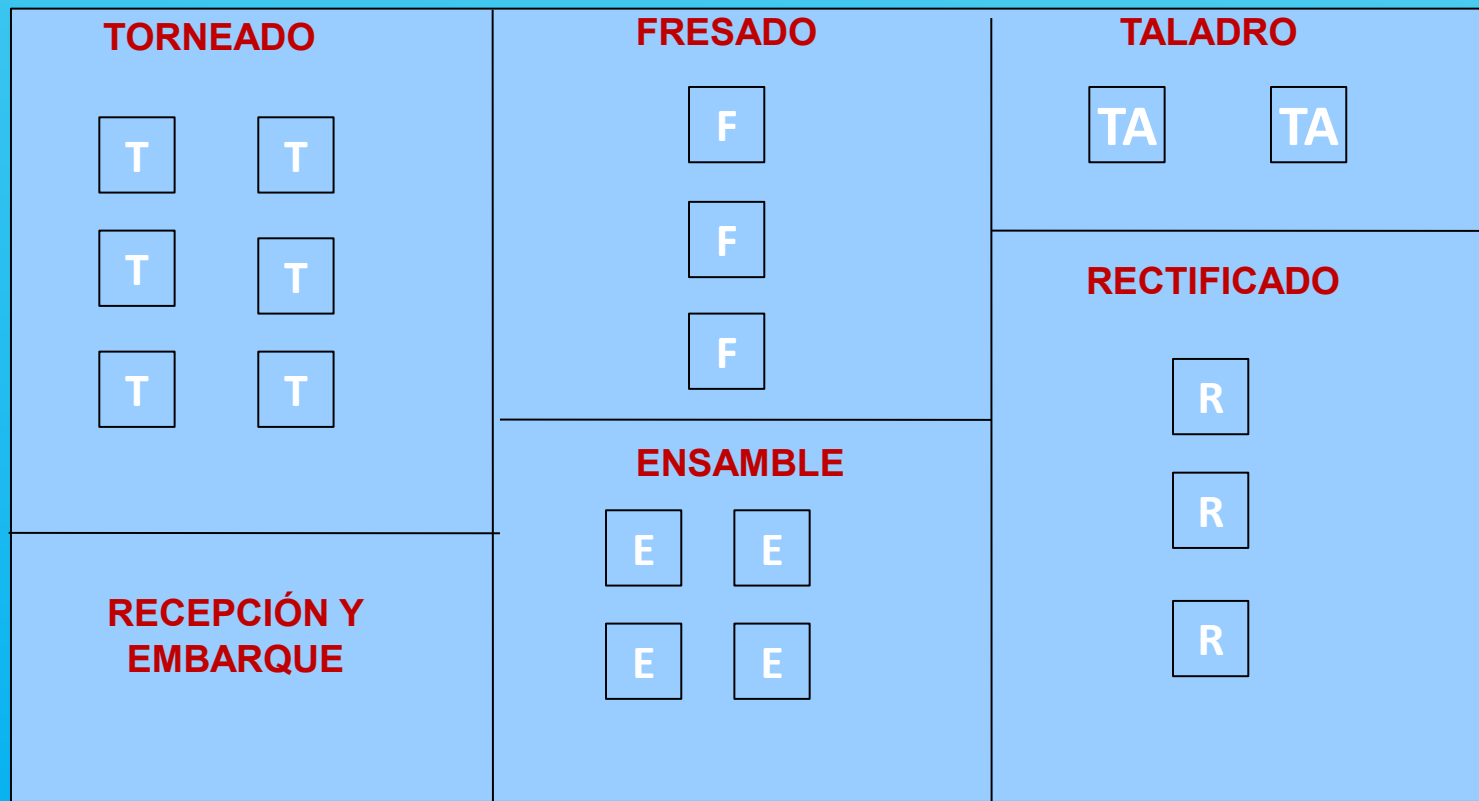
TECNOLOGÍA DE GRUPO

- Se aplica en flujo intermitente, cuando hay un incremento en la demanda de un producto o familia de productos, que no se alcanza a satisfacer.



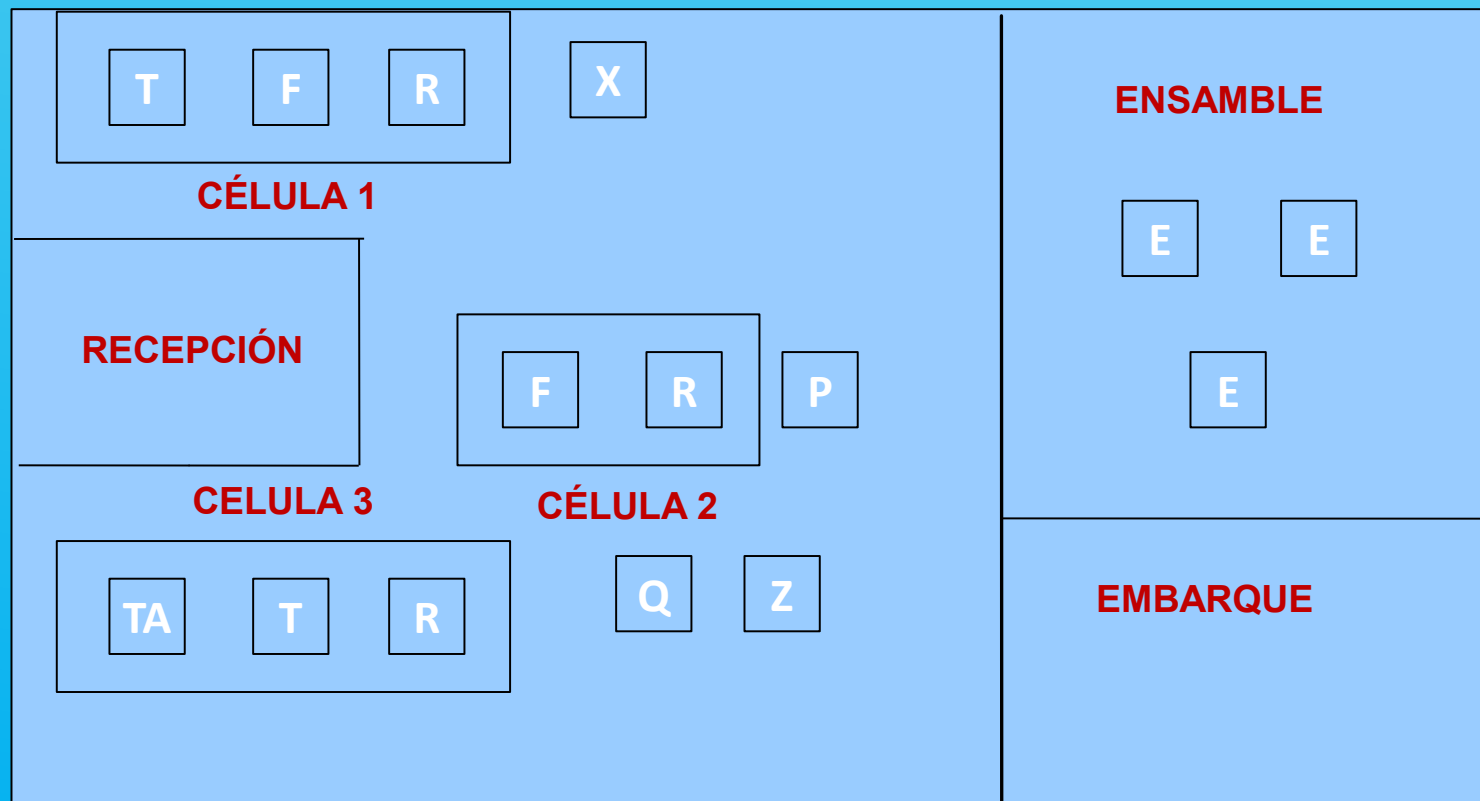
TECNOLOGÍA DE GRUPO

Flujo de proceso intermitente
(escenario inicial)



TECNOLOGÍA DE GRUPO

Tres células en Flujo Intermitente
(escenario con solución aplicada)



FLUJO POR PROYECTO

Se caracteriza porque los materiales y procesos confluyen hacia el producto a elaborar. Por eso se lo conoce como **flujo nulo**.

Ej.: edificios, barco, avión, etc

Cada unidad se elabora como si fuera un solo artículo.



FLUJO POR PROYECTO

Todas las tareas u operaciones individuales deben realizarse en una secuencia tal que cada una contribuya a los objetivos finales del proyecto.

Uno de los desafíos principales pasa por la logística de los materiales y servicios necesarios para la fabricación del producto.



FLUJO POR PROYECTO

Características de los Proyectos:

- Significativos Costos operativos.
- Planeación y control administrativos vía utilitarios (MS Project).



FLUJO POR PROYECTO

► Los Proyectos Requieren:

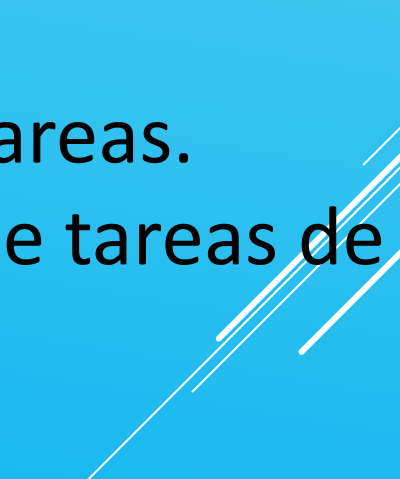
- Mano de Obra Intensiva
- Gran Cantidad de Tiempo
- Múltiples recursos tales como equipos y capital de trabajo.




MEJORA DE EFICIENCIA EN FLUJO NULO



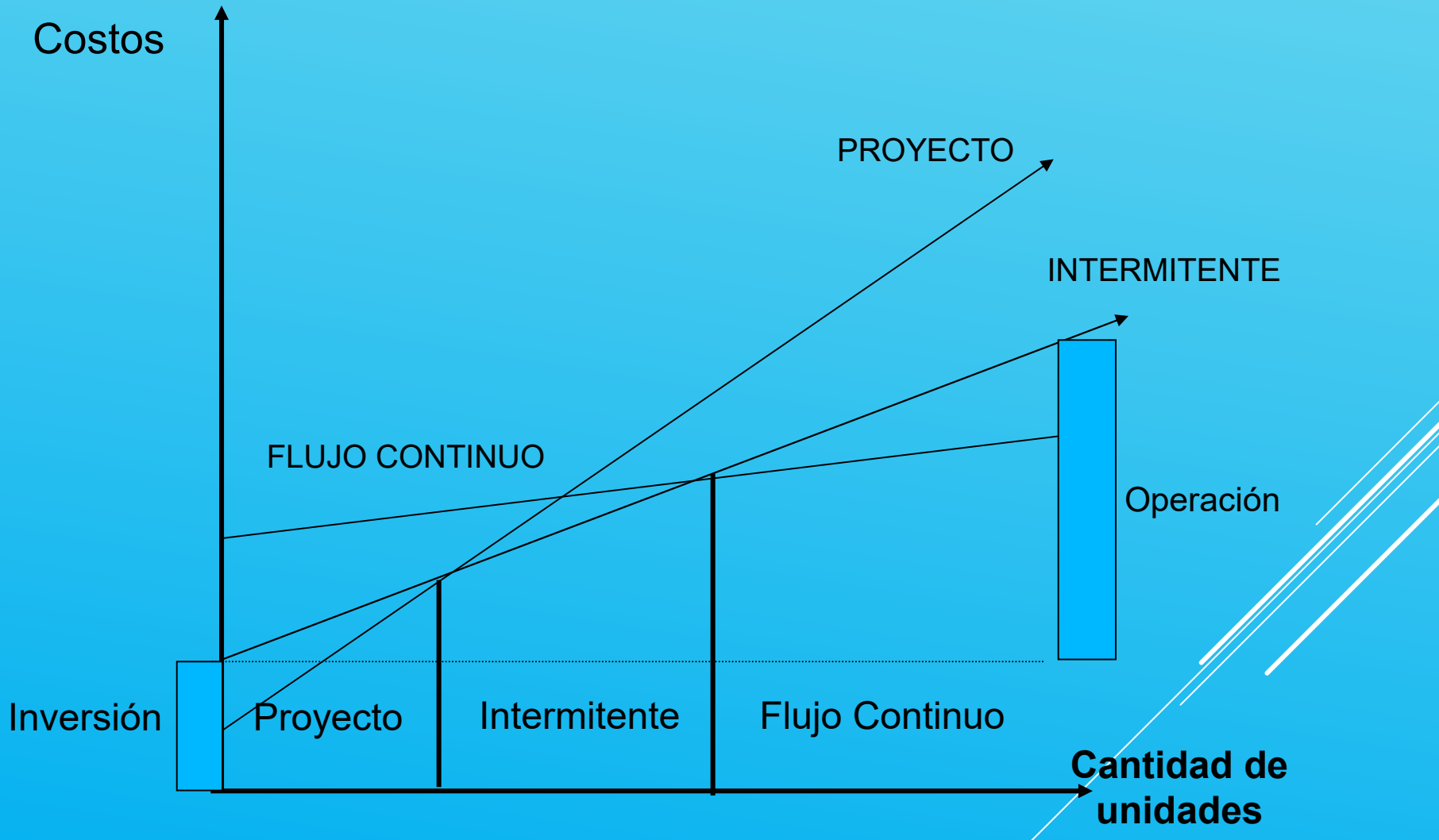
MEJORA DE EFICIENCIA EN FLUJO NULO

- Técnicas de Evaluación y Revisión de Proyectos (PERT: Program Evaluation and Review Techniques)
 - Método del camino crítico (CPM: Critical Path Method)
 - Verificación de precedencias entre tareas.
 - Análisis de riesgos e incorporación de tareas de control.
 - Estandarización de procesos
- 
- A series of three parallel white diagonal lines located in the bottom right corner of the slide, extending from the middle of the right edge towards the bottom left.

SELECCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO

- Cantidad
 - Variedad
 - Eficiencia
 - Rentabilidad
- 
- A series of four parallel white diagonal lines in the bottom right corner of the slide, slanting upwards from left to right.

SELECCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO



Características de los tipos de producción			
CARACTERÍSTICAS	CONTINUO	INTERMITENTE	PROYECTO
Productos			
Flexibilidad	Baja	Media	Alta
Costo Unitario	Bajo	Medio	Alto
Calidad	Consistente	Variable	Variable
Servicio	Alto	Medio	No alto
Control y Planeación			
Ctrol de la producción	Fácil	Difícil	Difícil
Ctrol de calidad	Fácil	Difícil	Difícil
Ctrol de inventario	Fácil	Difícil	Difícil
Eficiencia			
Nivel alcanzado	Alto	Bajo	Medio-Bajo
Objetivos	Mantener Stock mínimo	Cumplir el mayor número de órdenes	Cumplir el plazo de entrega

FIN

