

# La ingeniería de

# métodos de trabajo

## y algunos enfoques para el mejoramiento de la productividad

Dr. C Rolando Macías



Universidad Central  
"Marta Abreu" de Las Villas

Ingeniería del Factor Humano  
Departamento de Ingeniería Industrial

# **Objetivos del tema**

**Definir conceptos fundamentales de la ingeniería de métodos,**

**Interiorizar los principios relacionados con el estudio de métodos de trabajo,**

**Interiorizar métodos de registro y análisis de procesos de trabajo,**

**Determinar tipos de balances en procesos de trabajo.**

# Ingeniería de métodos

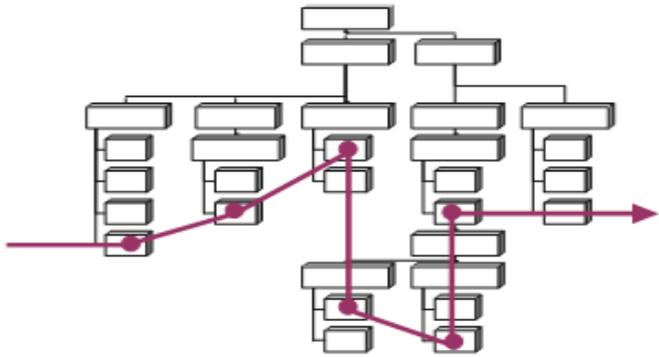
***Procedimiento sistemático*** para someter a los procesos y actividades de trabajo, existentes o proyectados, a un **examen crítico** con vistas a introducir mejoras que faciliten la realización del trabajo.

Establecer ***cómo*** hacer el trabajo en el menor tiempo posible, con una menor **inversión por unidad** y con el menor esfuerzo de los trabajadores .

## Objetivos de la ingeniería de métodos

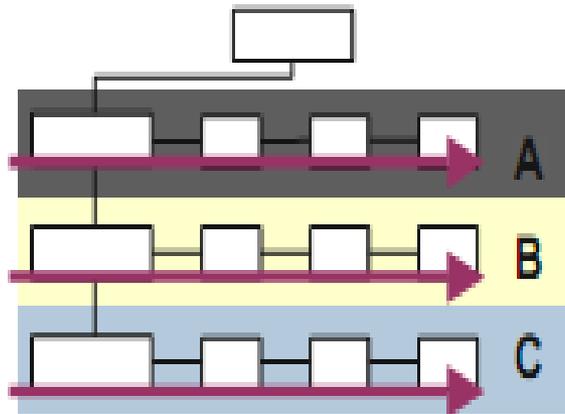
Elevar la eficiencia del equipamiento y los trabajadores,  
Mejorar la disposición de flujos y áreas de trabajo,  
Ahorrar esfuerzo, reducir fatiga, y crear mejores condiciones de trabajo,  
¡Elevar la productividad del trabajo!

# Organización industrial



Una organización es un **sistema** con **estructura** y regulaciones, definida por **áreas de trabajo** que aseguran el completamiento de **tareas** en coherencia con objetivos (estratégicos, tácticos, operativos).

## Enfoque de procesos

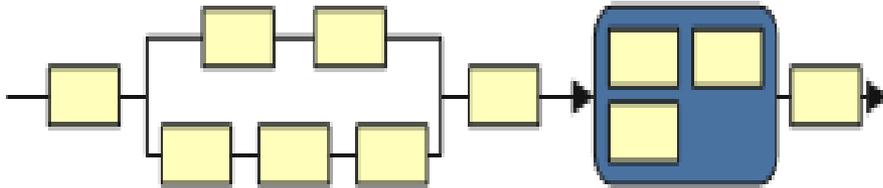


Ajuste de la estructura con enfoque en **objetos** (p.ej., productos), **División del trabajo** orientada a objetos (división por cantidad)

Capacity		
A procure	produce	sell
B procure	produce	sell
C procure	produce	sell

Time

# Organización del proceso



Regulación de la colaboración **espacial** y **temporal** de trabajadores, equipamiento, y objetos de trabajo, Planificación, diseño, y control del **sistema de trabajo** (conjunto de procesos): datos para la **racionalización** y **humanización** del trabajo.

## Flujo de producción o servicio

**Camino** que sigue la **transformación** de una materia prima hasta convertirse en producto terminado. Incluye **actividades productivas** (añaden valor) y **no productivas** (no añaden valor).

# Organización del proceso

## División del trabajo

Distribución del contenido del proceso de trabajo entre los trabajadores,

## Cooperación del trabajo

Forma de trabajo de muchos trabajadores coordinados y reunidos con arreglo a un plan en el mismo proceso de trabajo, o en procesos diferentes; pero enlazados,

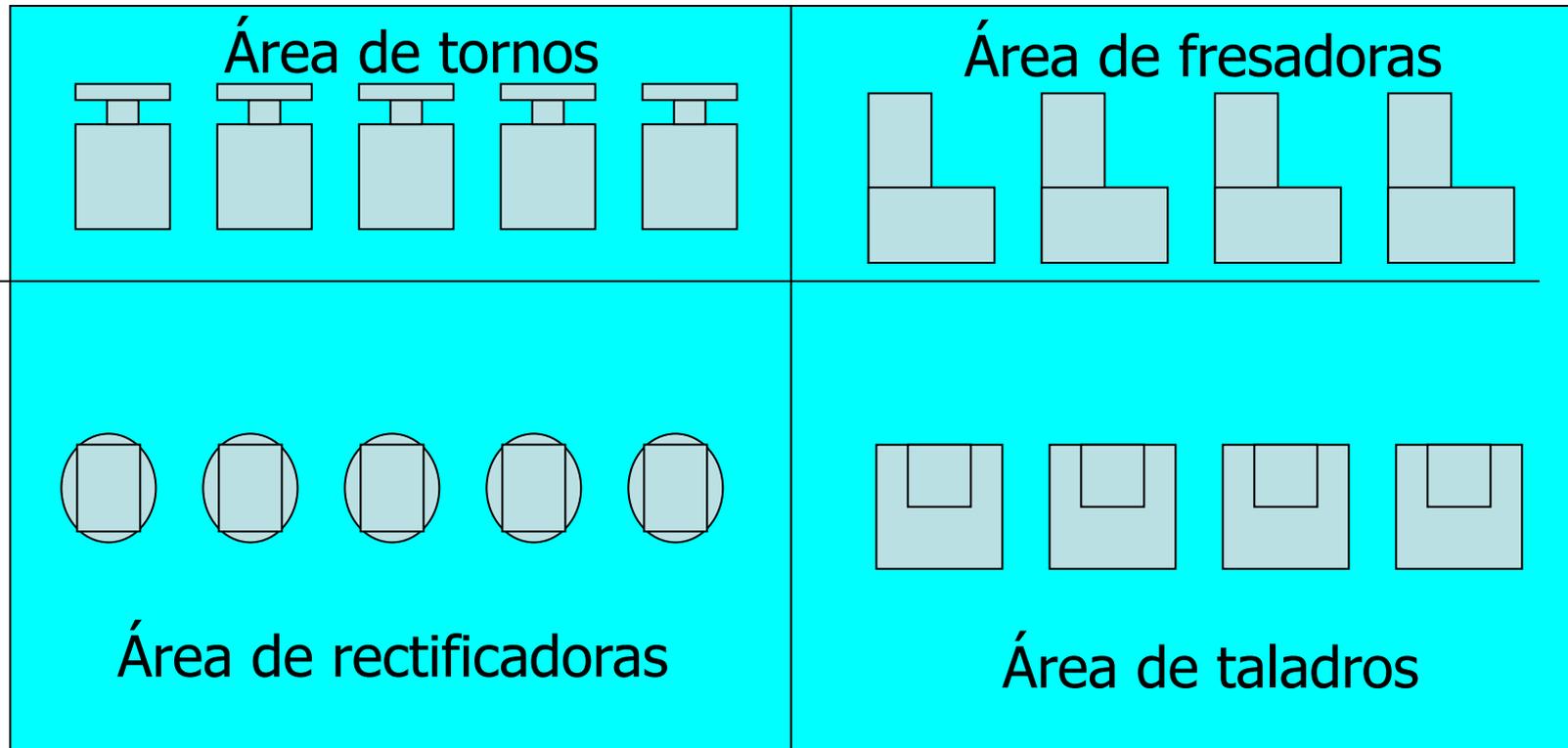
## Organización espacial de la producción

Ordenamiento en el espacio de los puestos de trabajo, máquinas, áreas de trabajo y almacenamiento, en coherencia con el proceso tecnológico.

# Organización del proceso

## Disposición tecnológica o de taller

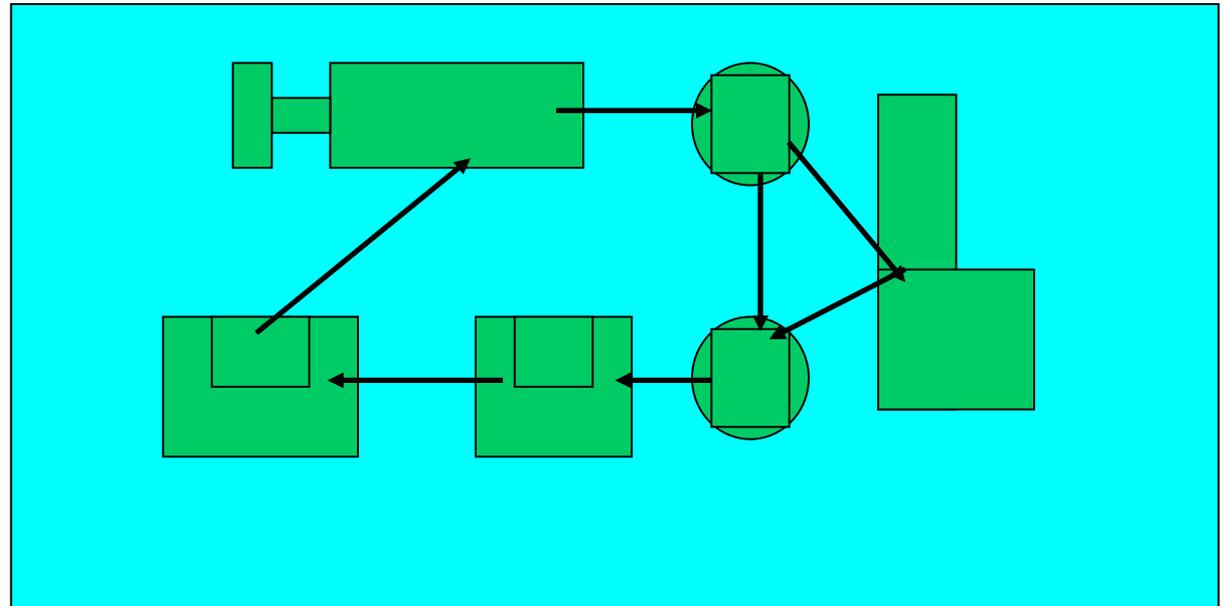
Las maquinas y puestos de trabajo se ordenan por **grupos homogéneos** de equipos desde el punto de vista de la especialidad tecnológica.



# Organización del proceso

## Disposición por grupos o redes

Un numero de **máquinas de diferentes tipos** se ubican cerca para permitir la elaboración de **uno o varios grupos de piezas** que poseen **pasos de trabajo similares**; aunque no necesariamente en la misma secuencia.

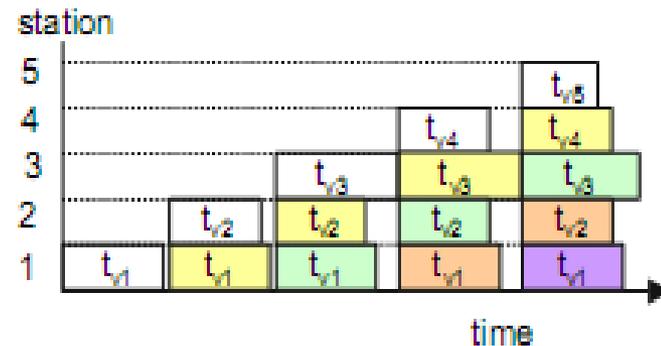
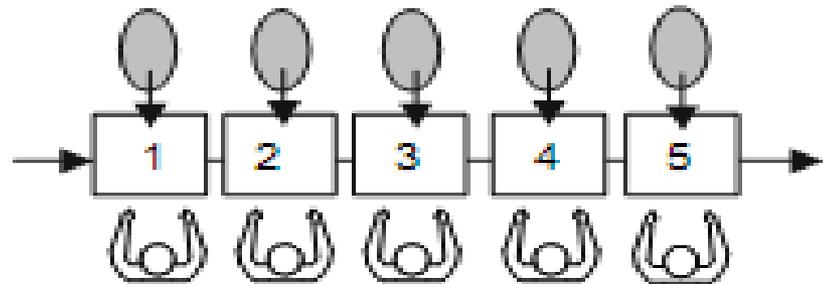


# Organización del proceso

## Disposición por producto o en línea

Las máquinas y puestos de trabajo se organizan de acuerdo con el **orden secuencial** de los pasos del proceso tecnológico.

### Línea de ensamblaje clásica

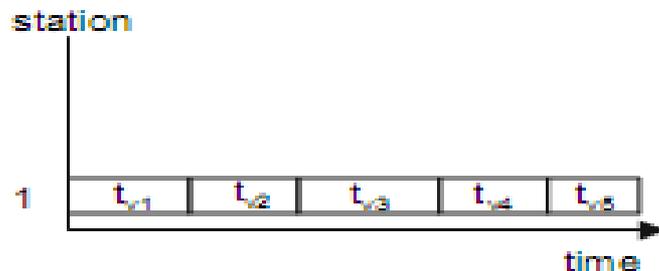
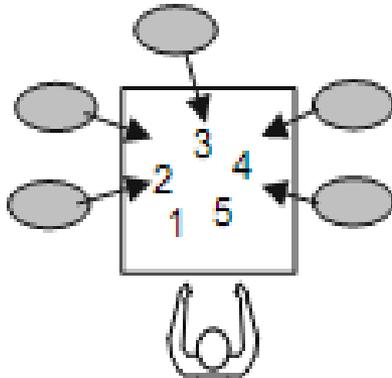


# Organización del proceso

## Disposición por puestos de trabajo individuales

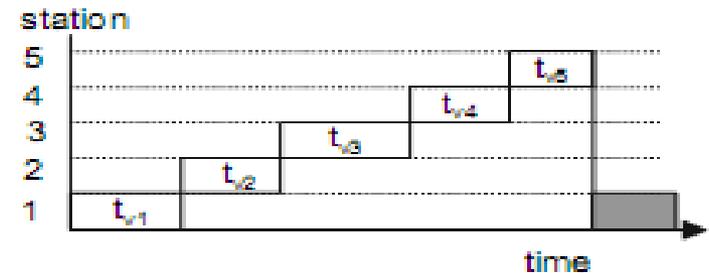
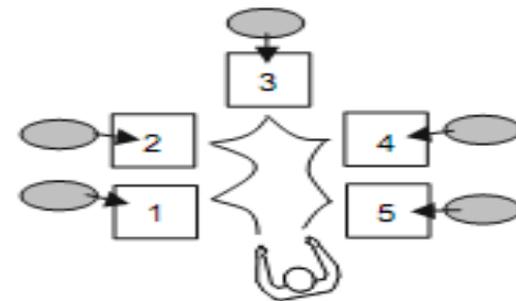
En un puesto de trabajo se **elabora totalmente** un producto o pieza, o se realiza **un paso completo** de producción por uno o varios obreros.

### Estación de trabajo de ensamblaje



### Atención a estaciones múltiples

#### One-Piece-Flow



# Organización del proceso

## Principios de distribución en planta

### Integración de conjunto

**Integración** de los trabajadores, materiales, maquinas, y actividades auxiliares,

### Mínima distancia recorrida

Lograr que **la distancia a recorrer** por materiales, piezas , hombres , etc. sea **la mas corta**,

### Flujo de materiales

Lograr que cada operación este en lo posible, en la **secuencia** en que se transforman el objeto de trabajo,

### Espacio cúbico

Utilizar de modo efectivo el espacio disponible, tanto horizontal como vertical (**tercera dimensión**),

### Satisfacción y seguridad

Lograr que el trabajo sea mas **satisfactorio** y **seguro** para los trabajadores,

### Flexibilidad

Posibilidad de ser **ajustada** o **reordenada** con **menos costo** e inconvenientes.

# Organización del proceso

## Diagrama de recorrido (desde – hasta)

		Hasta							
		Torno de torreta No. 4 W.& S.	Prensa de perforado Delta de 17"	Taladro de 2 ejes L. & D.	Fresa No. 1 Cinn. Hor.	Fresa vertical No. 3 B. & S.	Prensa Niágara de 100 toneladas	No. 2 Cinn, sin centro	Pulidora No. 3 Excello Thd.
Desde	Torno de torreta No. 4 W.& S.		20	45	80	32	4	6	2
	Prensa de perforado 17"			6	8	4	22	2	3
	Taladro de 2 ejes L. & D.				22	14	18	4	4
	Fresa No. 1 Cinn. Hor.	120				10	5	4	2
	Fresa vertical No. 3 B. & S.						6	3	1
	Prensa Niágara de 100 toneladas		60	12	2			0	1
	No. 2 Cinn, sin centro		15						15
	Pulidora No. 3 Excello Thd.				15	8			

El diagrama enumera el **número de artículos** (por un periodo determinado) o el volumen (por ejemplo, toneladas por turno) **transportado** entre las diferentes máquinas. Así, dos máquinas con alto volumen de producto entre ellas, deben estar **próximas**.

# Modelado de flujos de trabajo

## Flujo de trabajo

**Secuencia** de **actividades** que finaliza con la producción de un producto o la provisión de un servicio para un cliente o mercado específico.

Tiene un **principio** y fin **definidos**, y transformación de **entradas** en **salidas**, lo que depende de la división del trabajo en varias áreas.

## Proceso clave

Aporta valor para clientes externos,

No imitable, específico de la organización,

## Proceso de apoyo

El valor para el cliente no es visible directamente,

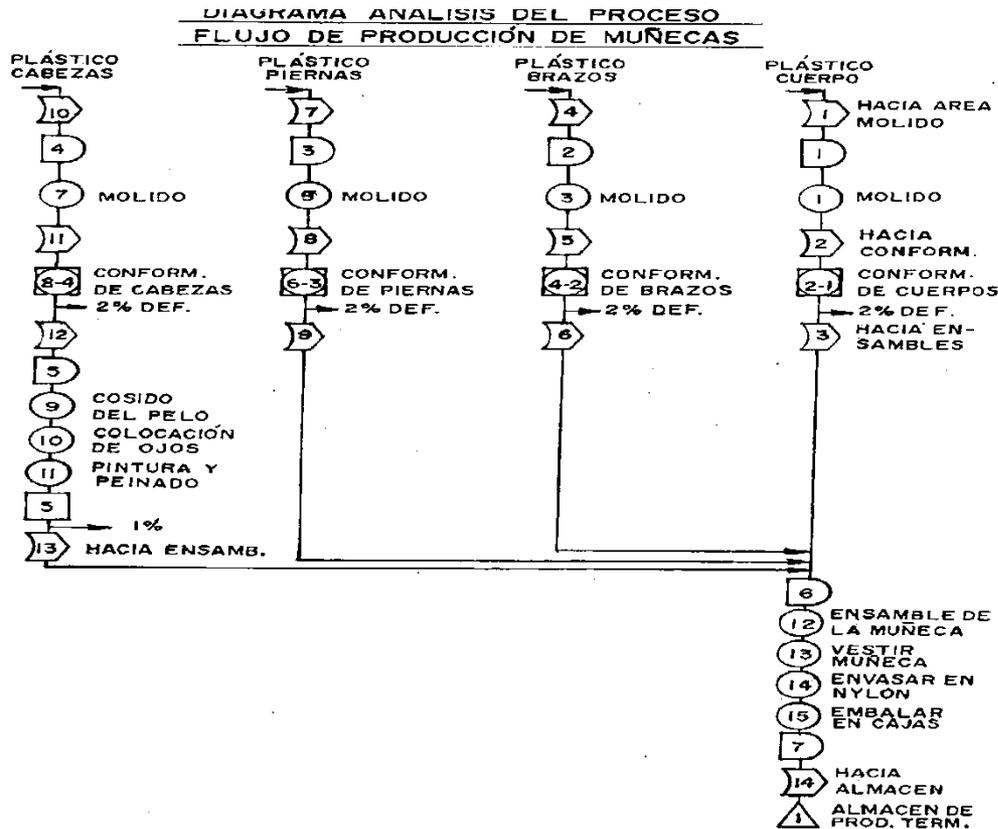
Apoyo a los procesos clave (mantenimiento, recursos humanos, ...)

# Modelado de flujos de trabajo

## Métodos de representación

### Diagrama de análisis del proceso ( OTIDA)

Muestra el flujo material, informativo, financiero, señalando todos los hechos mediante el símbolo que corresponda.



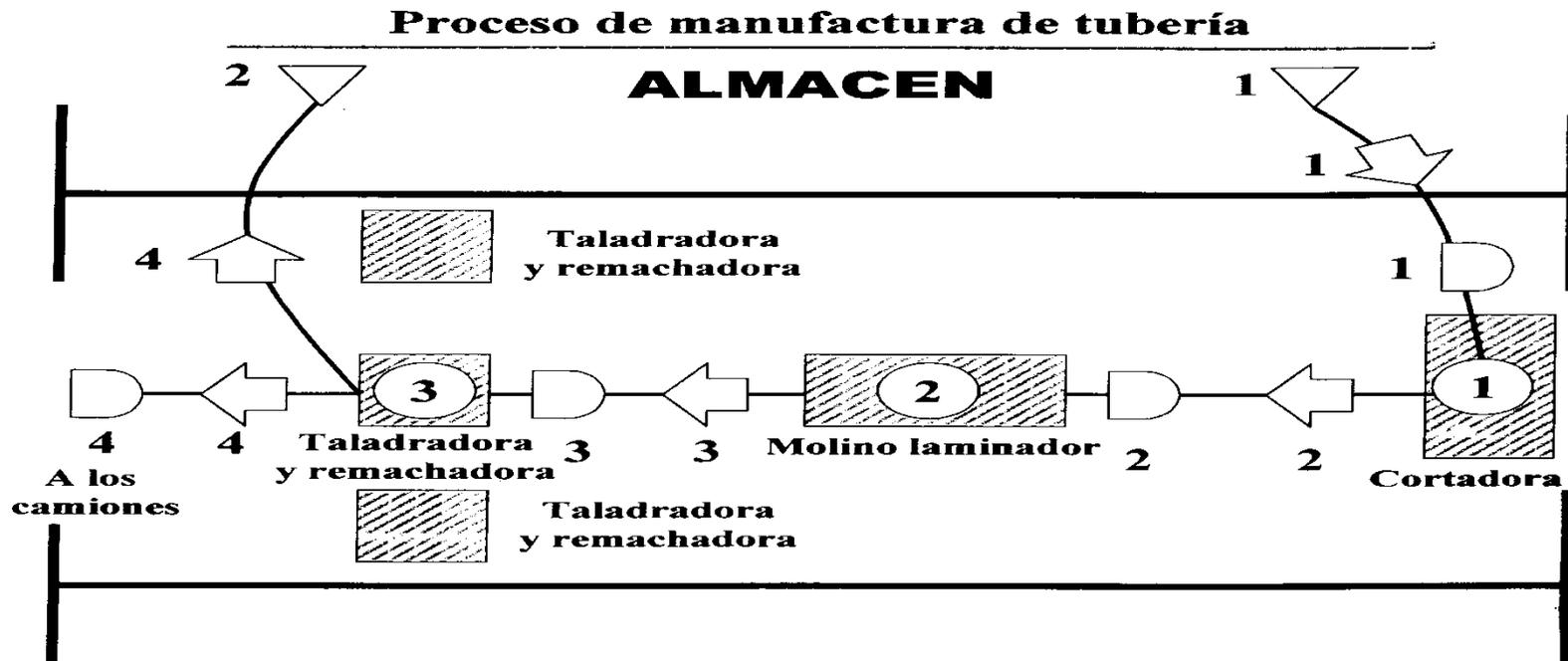
Apropiado para el registro de procesos de naturaleza industrial, transformación de materia prima y materiales.

# Modelado de flujos de trabajo

## Métodos de representación

### Diagrama de recorridos

Registra los movimientos de los materiales, las personas o maquinarias sobre un plano a escala del área de trabajo, con sus máquinas, puestos de trabajo, pasillos y áreas de almacenamiento y utilizando los símbolos del OTIDA

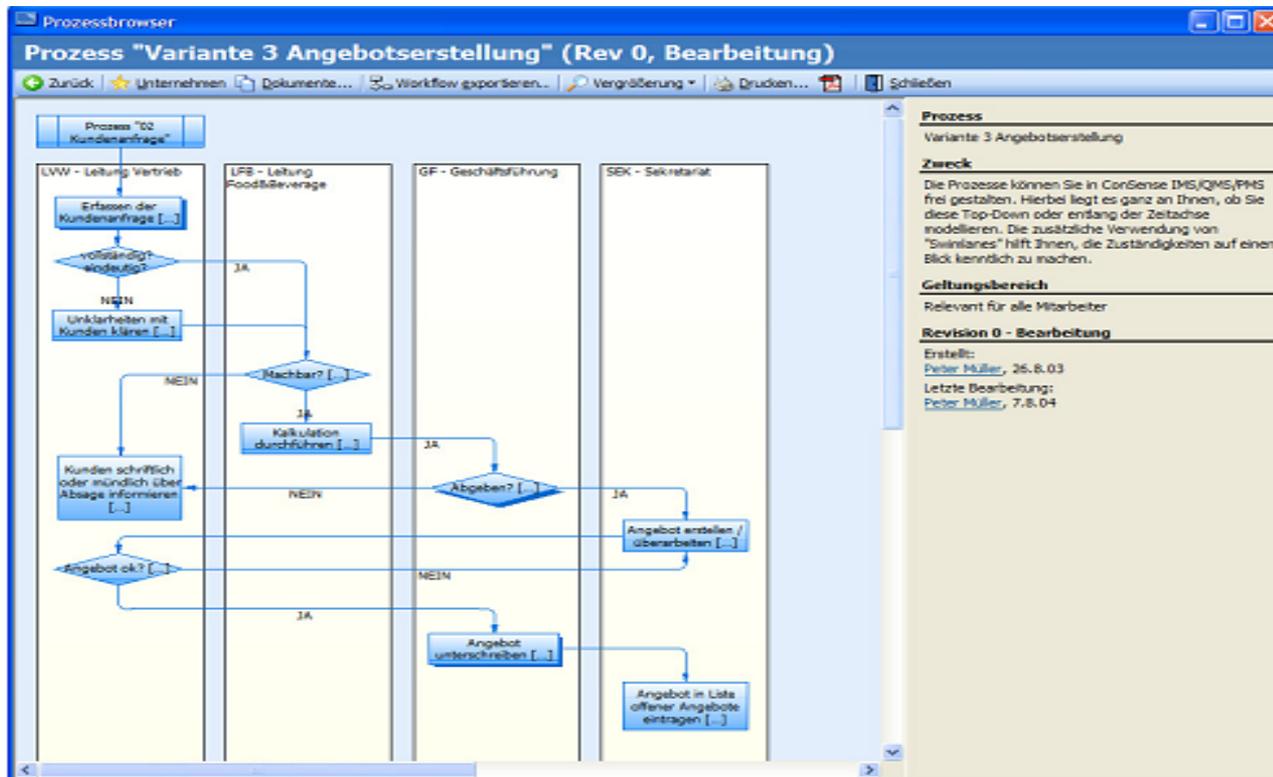


# Modelado de flujos de trabajo

## Métodos de representación

### Diagrama de flujo de datos

Registra el flujo material, informativo, o financiero en un proceso mostrando las diferentes áreas por las que atraviesa.



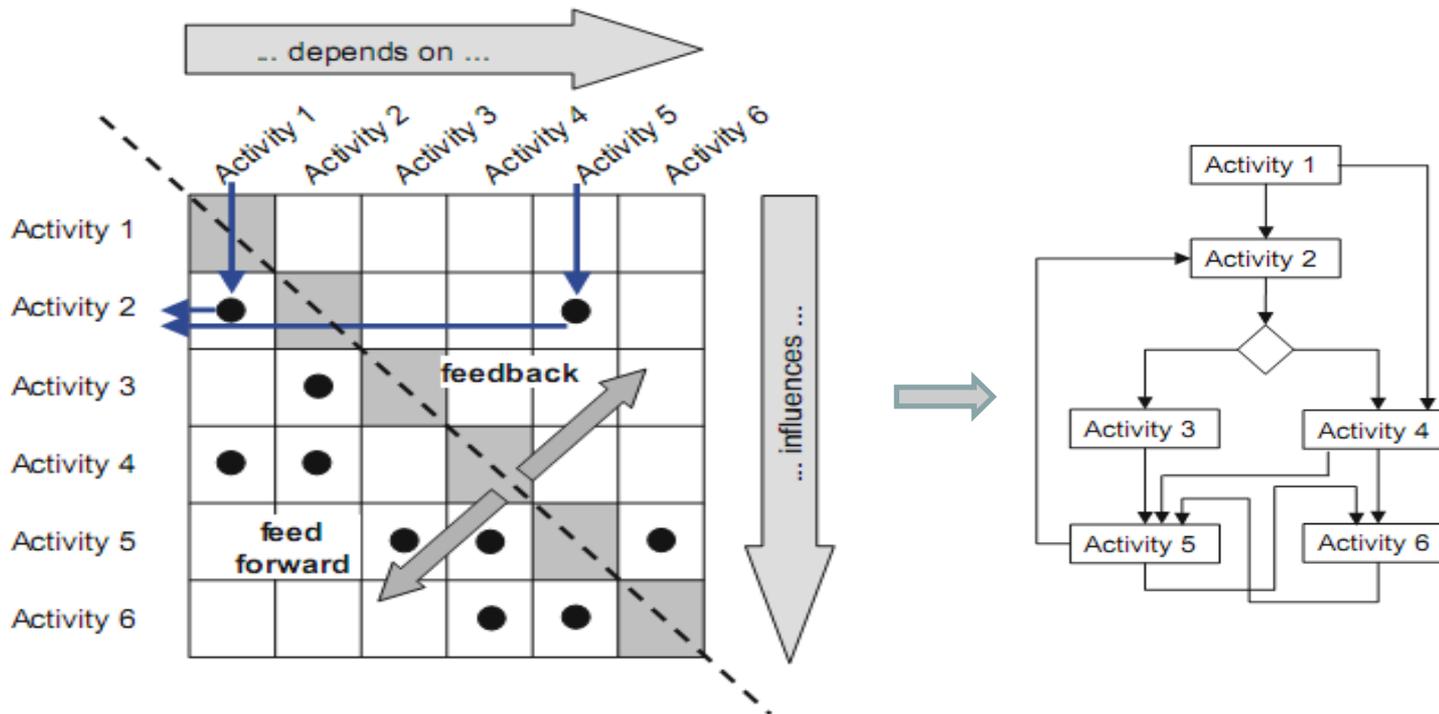
Apropiado para modelado de procesos de servicios, en oficinas, procesos de negocio en general.

# Modelado de flujos de trabajo

## Métodos de representación

### Matriz de estructura de diseño

Registra la interdependencia de recursos de información entre actividades de un proceso.

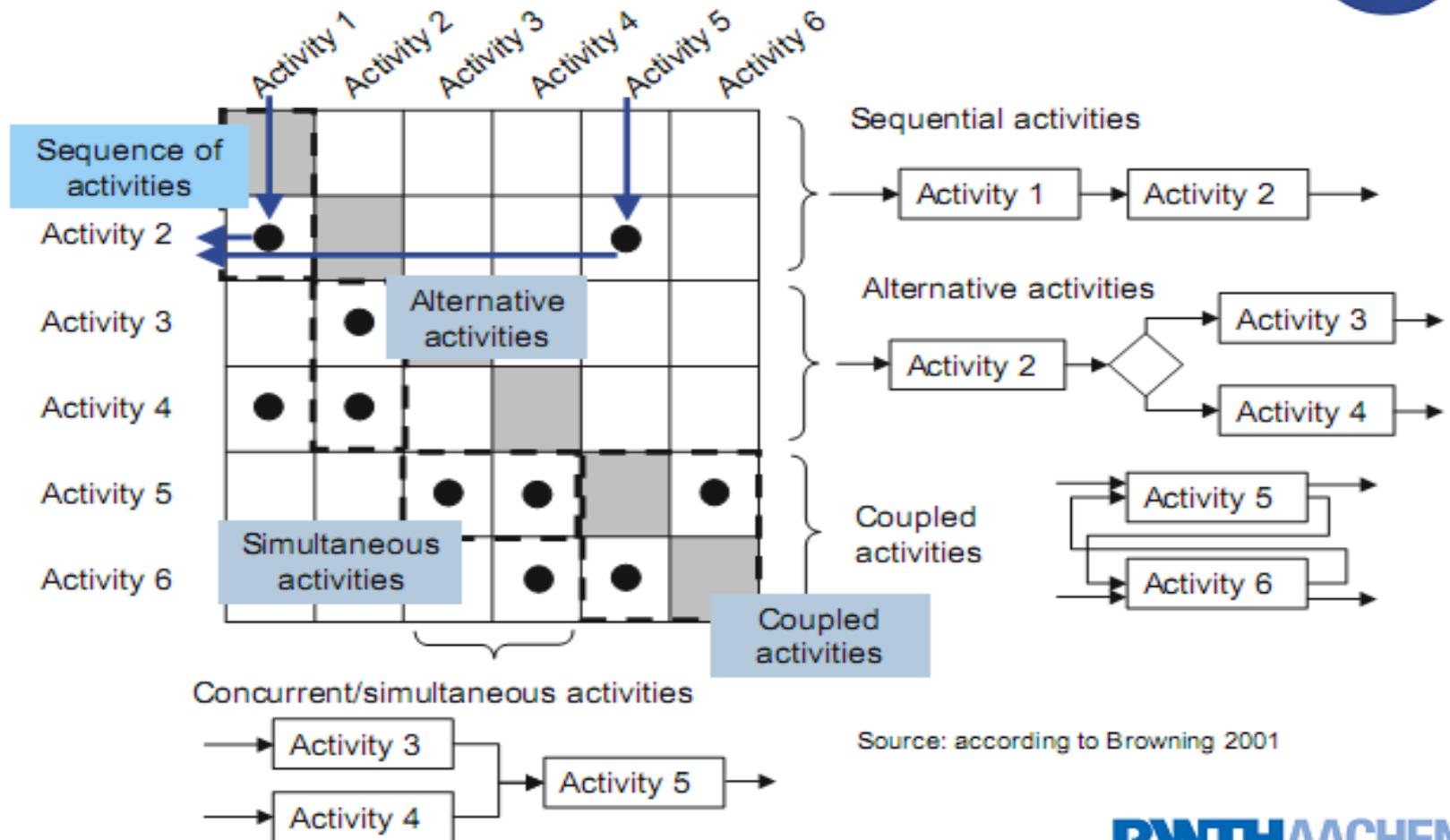


Apropiado para la **descomposición** e **integración** intensivos en información (conocimiento) (p.ej., procesos de desarrollo de productos, trabajo en equipo).

# Modelado de flujos de trabajo

## Matriz de estructura de diseño

Modelado de procesos mediante la MED.



# Enfoques para el mejoramiento de flujos de trabajo

**Examen crítico:** cuestionamiento sistemático de cada actividad del proceso para identificar las que **añaden valor** y las que no lo hacen al producto (¿Qué?, ¿quién?, ¿dónde?, ¿cómo?, ¿por qué?)

**Reingeniería de procesos:** **cambio radical** del proceso en función de los factores de competitividad (costo, calidad, flexibilidad, tiempo),

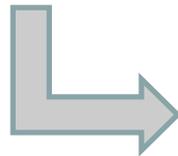
**Mejoramiento continuo:** basado en la filosofía KAIZEN adoptada en el sistema de producción Toyota,

**Metodología Seis Sigma Esbelta:** combinación de ambos principios de mejoramiento para maximizar el aporte de valor del proceso (factores de competitividad). Combina métodos estadísticos para identificar la variabilidad del proceso, y reducción del tiempo de manufactura o provisión del servicio.

# Enfoques para el mejoramiento de flujos de trabajo

## Medidas de mejoramiento de procesos de trabajo

Cambio de la secuencia (identificación de actividades prioritarias),  
Eliminación de actividades,  
Simplificación de actividades,  
Disposición de actividades en paralelo,  
Combinación de actividades,  
*Outsourcing* de actividades,  
Reducción de interfaces.

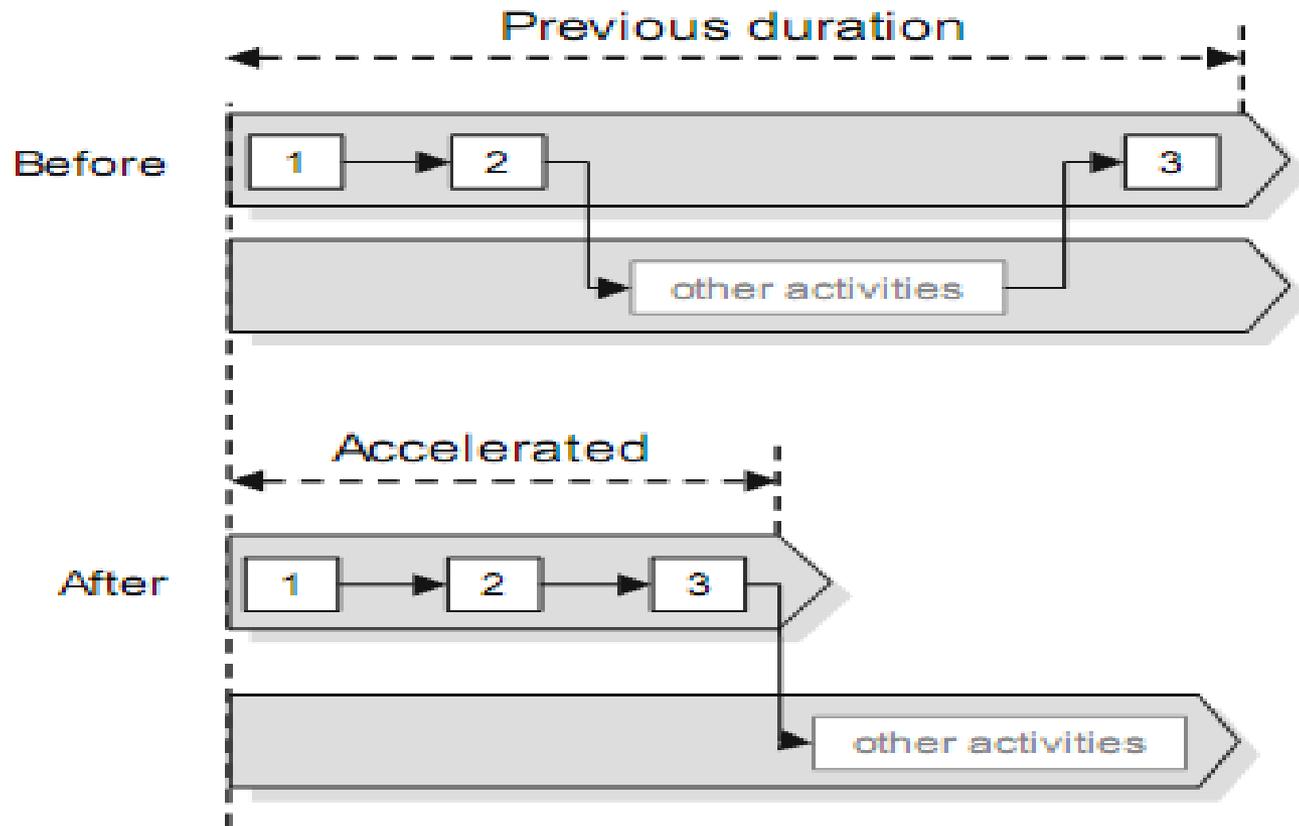


## Inducidas por:

Elevada tasa de errores,  
Elevado tiempo de ciclo,  
Incumplimiento de fechas de entrega,  
Elevado costo del proceso,  
Baja productividad,  
Baja calidad,  
Baja flexibilidad.

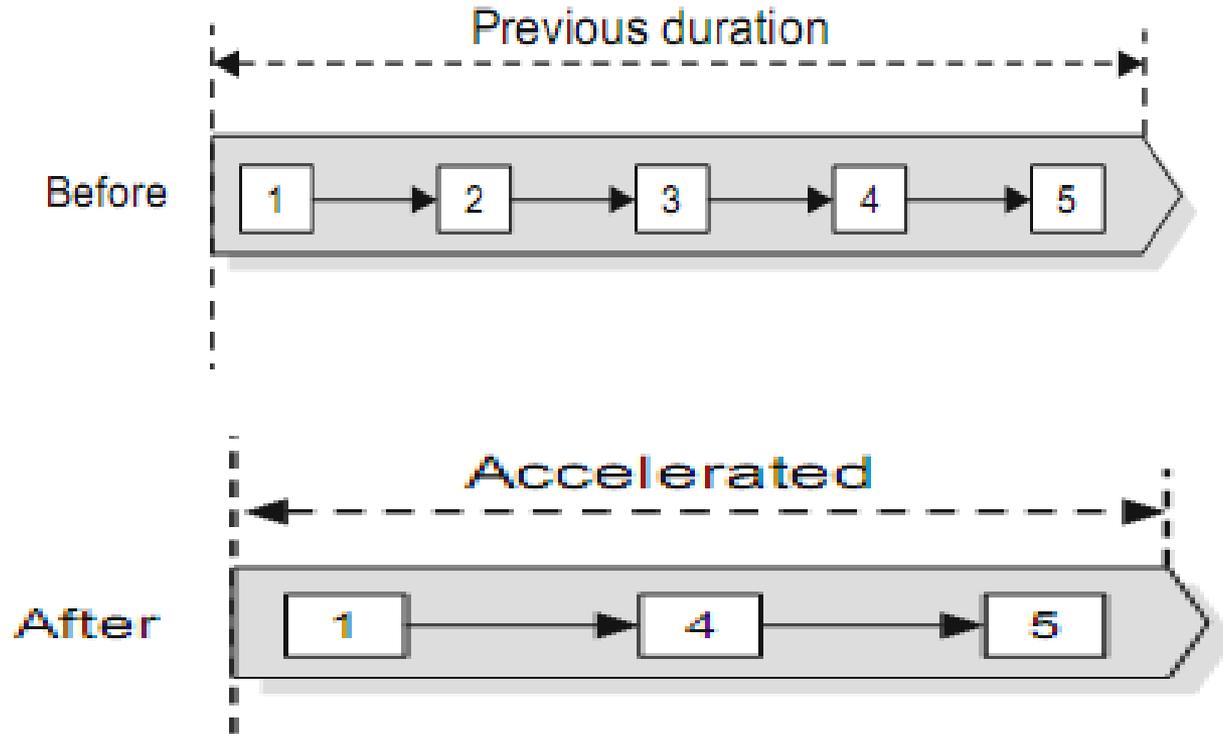
# Enfoques para el mejoramiento de flujos de trabajo

## Cambio de la secuencia



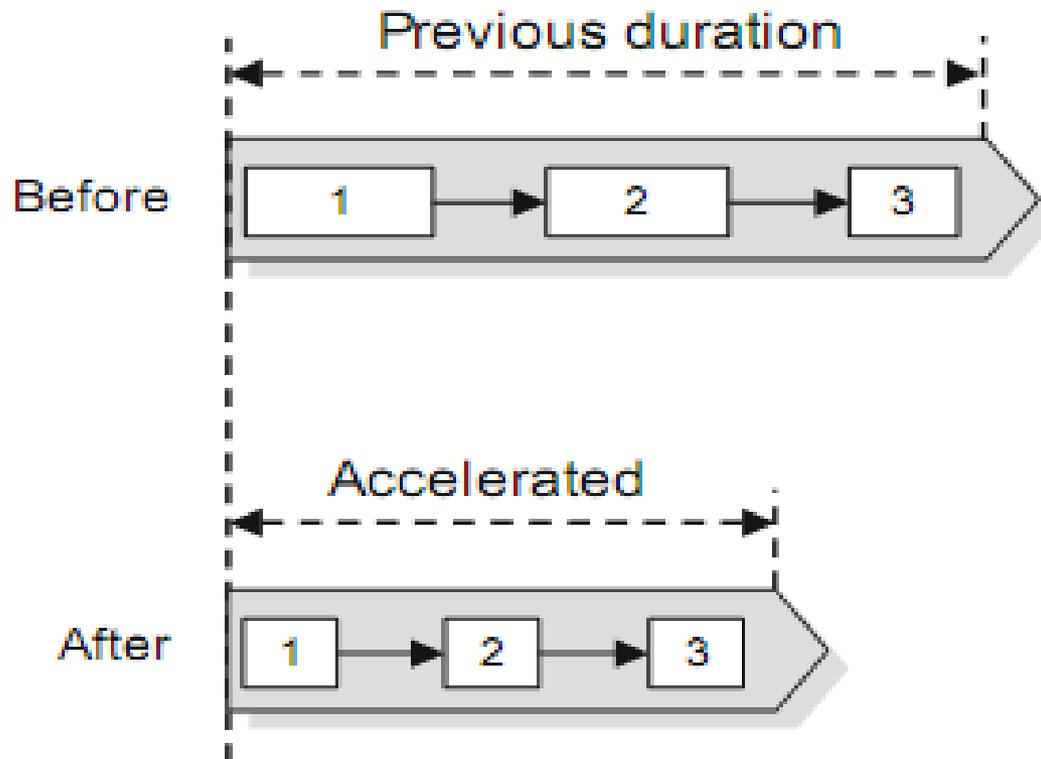
# Enfoques para el mejoramiento de flujos de trabajo

## Eliminación de actividades



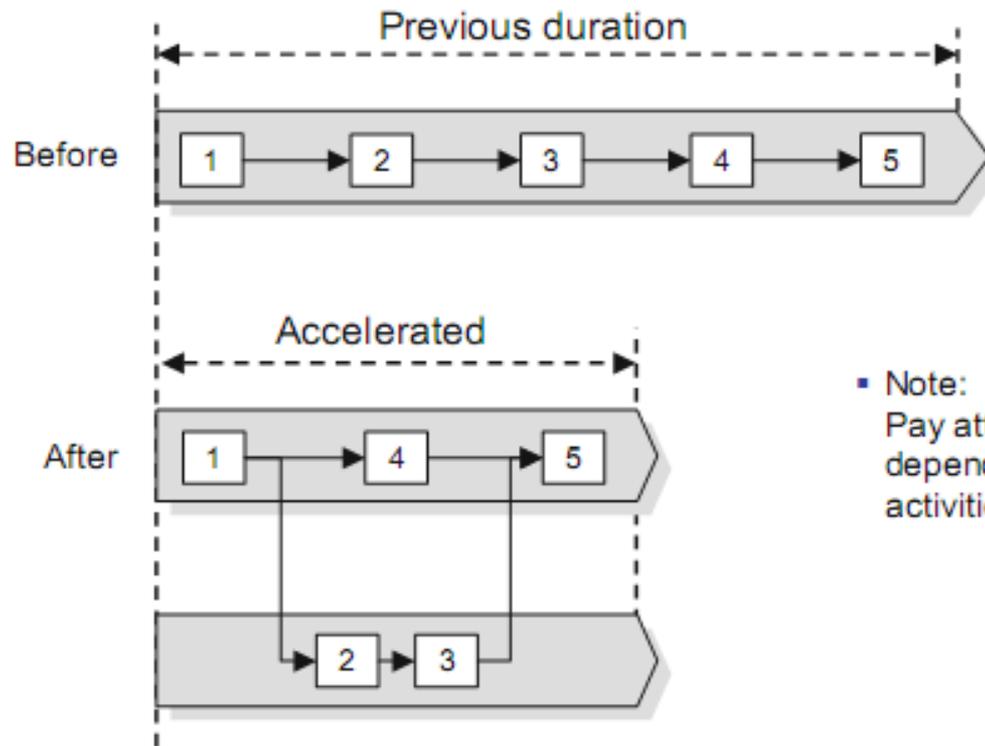
# Enfoques para el mejoramiento de flujos de trabajo

## Simplificación de actividades



# Enfoques para el mejoramiento de flujos de trabajo

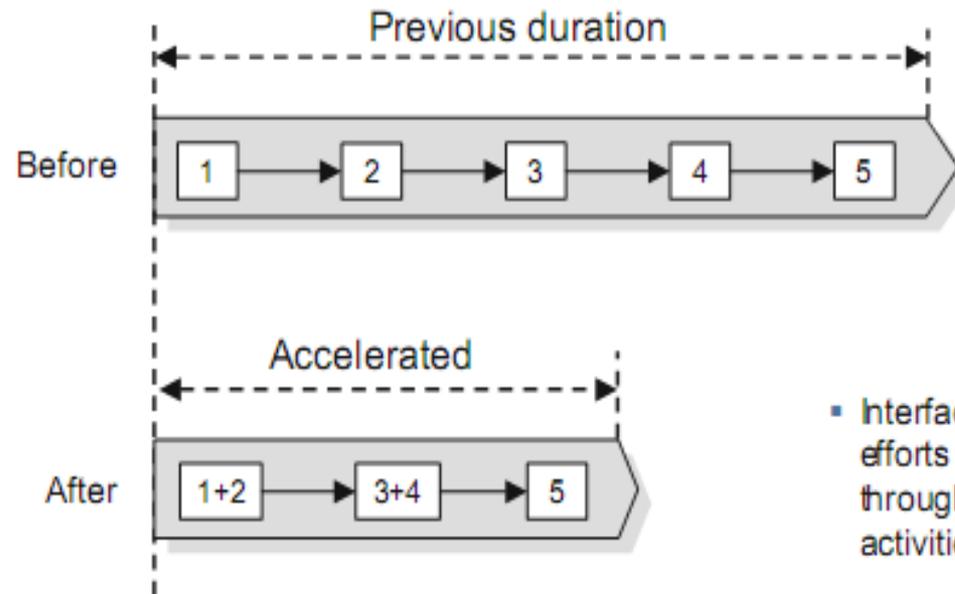
## Disposición de actividades en paralelo



- Note:  
Pay attention to information dependencies between activities

# Enfoques para el mejoramiento de flujos de trabajo

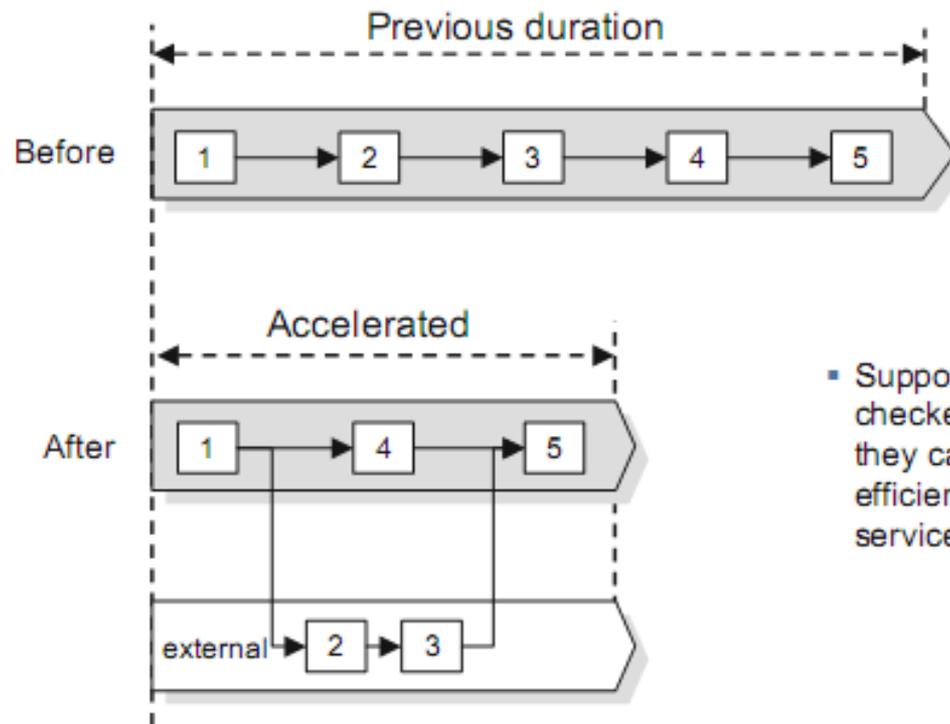
## Combinación de actividades



- Interfaces and learning efforts can be reduced through the combining of activities.

# Enfoques para el mejoramiento de flujos de trabajo

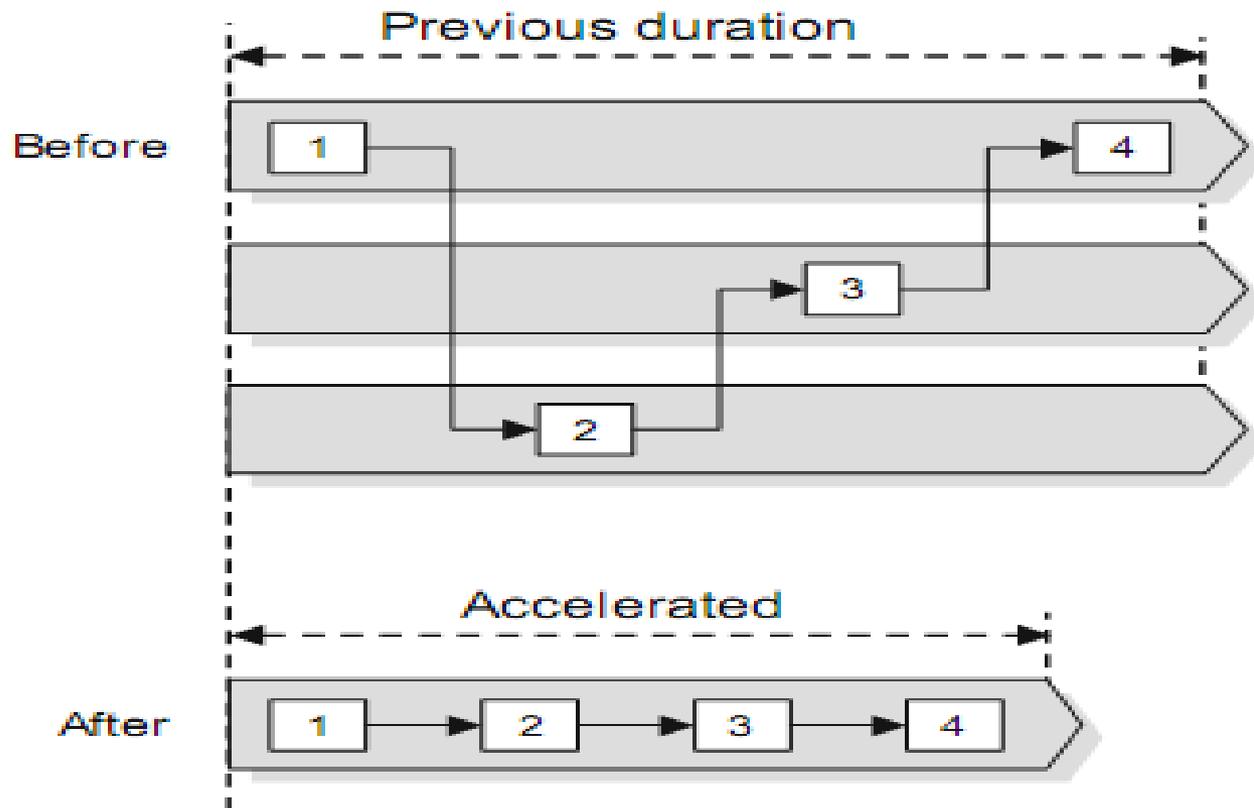
## Outsourcing de actividades



- Support processes should be checked to determine whether they can be processed more efficiently by an external service provider.

# Enfoques para el mejoramiento de flujos de trabajo

## Reducción de interfaces



# Balance de procesos de trabajo

## Carga

Es la **cantidad de trabajo** que **debe hacerse** en determinado **horizonte de tiempo**, según plan de trabajo o demanda de clientes.

En el caso de trabajo administrativo, de servicio, técnico o de dirección, así como en procesos productivos unitarios o de pequeñas series, la carga se puede determinar en **unidades de tiempo** (horas, días, minutos) necesarias para su desarrollo en cierto periodo de tiempo.

En el caso de procesos productivos seriados y masivos se podrán determinar en **unidades físicas** de los productos o sus componentes.

# Balance de procesos de trabajo

## Capacidad

Es lo **máximo que puede hacerse** en cada actividad del proceso de trabajo.

En el caso de trabajo administrativo, de servicio, técnico o de dirección, así como en procesos productivos unitarios o de pequeñas series, la capacidad se puede determinar en **unidades de tiempo** ( horas, días, minutos) disponibles para su desarrollo en cierto periodo de tiempo.

En el caso de procesos productivos seriados y masivos se podrán determinar en **unidades físicas** de los productos o sus componentes.

# Balance de procesos de trabajo

## Carga y capacidad

En el caso de **actividades manuales o intelectuales** que no requieran equipamiento y/o que no sean repetitivas, la carga y la capacidad estarán expresadas por horas-hombre, o por días-hombre.

La carga será las horas hombres necesarias para realizar el trabajo.

La capacidad será las horas hombre disponibles para trabajar de una persona o grupo de personas.

# **Balance de procesos de trabajo**

## **Factores que determinan la capacidad**

Calidad y composición de la materia prima,  
Especialización,  
Rendimiento de los equipos y áreas,  
Duración óptima de la temporada,  
La organización de la producción,

## **Nivel de utilización de la capacidad**

El nivel de la organización,  
La eficiencia del abastecimiento ,  
El régimen de trabajo establecido,  
La demanda,  
La disponibilidad de la fuerza de trabajo,

# Balance de procesos de trabajo

## Capacidad real unitaria

Expresa el trabajo que puede hacer un equipo en un período de tiempo dado, lo máximo que puede hacer de acuerdo a su estado técnico, afectado por el tiempo de mantenimiento, reparaciones y/o requerimientos tecnológicos.

## Notaciones de cálculo

$e_c$ : eficiencia del equipo o nivel de utilización,  
 $t_f$ : tiempo de funcionamiento,  
 $tp_p$ : tiempo productivo potencial,  
 $t$ : norma de tiempo,  
 $n$ : número de equipos,  
 $U$ : volumen de producción por turno, ( $U_a/1-fr$ ),  
 $U_a$ : promedio unidades aceptadas por turno,  
 $f_r$ : fracción defectuosa,  
 $T_t$ : horas por turno,  
1,67: índice de referencia de capacidad del proceso.

$$e_c = \frac{t_f}{tp_p} 100$$

$$n = \frac{1,67tU}{T_t e_c}$$

# Balance de procesos de trabajo

## Ejemplo:

Se desean producir 1500 unidades por turno en máquinas con una norma de tiempo de 5 min/u. El departamento de producción trabaja un turno de 8 h/t, con dos interrupciones por descanso de 15 min. ¿Cuántas máquinas se necesitan para cumplir la carga de trabajo?

$$e = \frac{7,5h}{8h} 100$$

$$e = 93,75\%$$

$$n = \frac{1,67 \cdot 5 \cdot 1500}{8 \cdot 93,75}$$

$$n = 16,7 \approx 17 \quad \text{máquinas}$$

# Balance de procesos de trabajo

## Tamaño de la fuerza de trabajo

### Tiempo de ritmo (*takt time*):

Regula el ritmo en que se produce un producto o se proporciona un servicio.

Es el ritmo al que deben trabajar las estaciones de trabajo para cumplir con la carga (demanda).

$$T = \frac{T_a}{T_d}$$

### Ejemplo:

Si la carga es 2000 u/t, se trabajan 8 h/t, se deben producir 250 u/h o  $60/250 = 0,24 \text{ min/u}$ . Así, las estaciones deben estar balanceadas para que la línea produzca una unidad cada 14,4 segundos.

# Balance de procesos de trabajo



## Tamaño de la fuerza de trabajo

### Tiempo de ritmo (*takt time*):

Es diferente al tiempo de ciclo ( $t_c$ ), que es el tiempo necesario para cumplir cada tarea por estación. El  $t_c$  puede ser  $>$ ,  $=$ , o  $<$  que el tiempo de ritmo.

Siempre se expresa en unidades de tiempo por unidad.

Para lograr un balance “óptimo”, el objetivo es aproximar el  $t_c$  tan cercano al tiempo de ritmo ( $T$ ) como se pueda.

$$N_o = \frac{\sum t_c}{T}$$

Donde:

No: Número de obreros

## Conclusiones

La ingeniería de métodos facilita someter a los procesos y actividades de trabajo, existentes o proyectados, a un examen crítico con vistas a introducir mejoras que faciliten la realización del trabajo. Siempre es posible identificar un mejor método.

Los métodos de modelado de procesos de trabajo permiten visualizar el flujo de material, informativo y financiero, identificando así las actividades que no añaden valor, y que son candidatas para su eliminación o modificación. Utilizar el método de modelado apropiado a la situación de trabajo contribuye a perfeccionar su organización.

El balance de un proceso de trabajo permite identificar los recursos necesarios para cumplir la carga; o el cálculo de la carga teniendo en cuenta los recursos disponibles. Es la base para aprovechar las reservas de productividad disponibles.