

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

- 1 Estudio de métodos de trabajo
- 2 Estudio de tiempos

# ESTUDIO DE MÉTODOS DE TRABAJO

El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando (OIT, 1996).

# TÉCNICAS DEL ESTUDIO DEL TRABAJO

ESTUDIO DE MÉTODOS (E.M.): Es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras (BSI, 1991).

MEDICIÓN DEL TRABAJO (M.T.): Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador cualificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida (BSI, 1991).

# UTILIDAD DEL ESTUDIO DEL TRABAJO

- ✓ Es un instrumento importante para corregir deficiencias.
- ✓ Es un medio de aumentar la productividad.
- ✓ Puede contribuir a la mejoría de la seguridad y las condiciones de trabajo.
- ✓ Las economías resultantes de la aplicación correcta del estudio del trabajo comienzan de inmediato.
- ✓ Es un instrumento que puede ser utilizado en todas partes.
- ✓ Es relativamente poco costoso y de fácil aplicación.

# FASES DEL ESTUDIO DE MÉTODOS

1. Seleccionar el trabajo a estudiar.
2. Registro de todos los datos relativos al mismo que sean útiles para una mejor definición y estudio del trabajo elegido.
3. Examen crítico del método actual, consistente en un análisis sistemático del mismo para poner de manifiesto las deficiencias existentes y las posibles mejoras.
4. Idear un nuevo método que suponga una mejora con respecto al actual, basándonos para ello en los resultados del examen crítico. Una vez ideado, definirlo para poderlo identificar y reconocer en todo momento.
5. Implantación del nuevo método, sustituyendo al actual.
6. Mantenimiento del mismo, mediante inspecciones periódicas que detecten las desviaciones y permitan evitar el retorno a los procedimientos antiguos.

# REGISTRO DE DATOS

Gráficos	Que indican la sucesión de los hechos	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Cursograma sinóptico del proceso</li> <li>■ Cursograma analítico (del operario, del material y del equipo o maquinaria)</li> <li>■ Diagrama bimanual</li> </ul>
	Con escala de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Gráfico de actividades múltiples</li> <li>■ Simograma</li> </ul>
Diagramas	Que indican movimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Diagrama de recorrido o de circuito</li> <li>■ Diagrama de hilos</li> <li>■ Ciclograma</li> <li>■ Cronociclograma</li> </ul>

## SÍMBOLOS EMPLEADOS EN LOS CURSOGRAMAS (Figura 1)

○ OPERACIÓN Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica o cambia durante la operación.

□ INSPECCIÓN Indica la inspección de la calidad y/o la verificación de la cantidad.

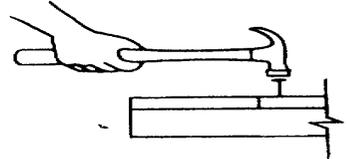
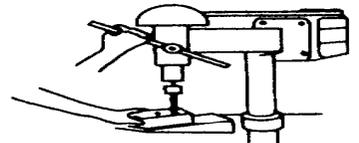
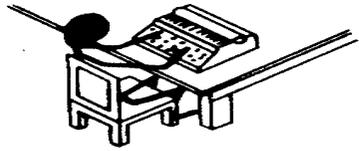
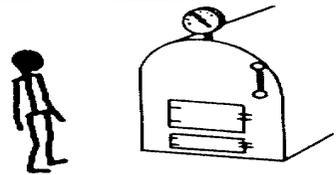
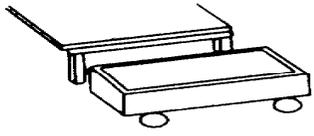
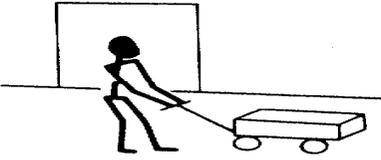
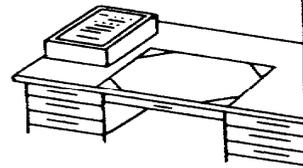
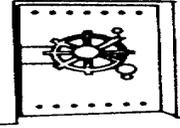
⇒ TRANSPORTE Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.

D DEPÓSITO PROVISIONAL O ESPERA Indica demora en el desarrollo de los hechos.

▽ ALMACENAMIENTO PERMANENTE Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

○ ACTIVIDADES COMBINADAS Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo.

Figura 1.- Símbolos del estudio de métodos.  
 Fuente: Kanaway, G.: *Introducción al estudio del trabajo*, O.I.T., Ginebra, 1996.

Actividad	Ejemplo		
<b>OPERACION</b> 	 Clavar	 Agujerear	 Mecanografiar
<b>TRANSPORTE</b> 	 Por carro	 Por aparejo	 A mano
<b>INSPECCION</b> 	 Control de cantidad y/o de calidad	 Lectura de indicador	 Lectura de un documento
<b>ESPERA</b> 	 Material en espera de ser procesado	 Trabajador en espera de ascensor	 Documentos en espera de clasificación
<b>Almacenamiento</b> 	 Almacenamiento a granel	 Depósito de productos terminados	 Archivo

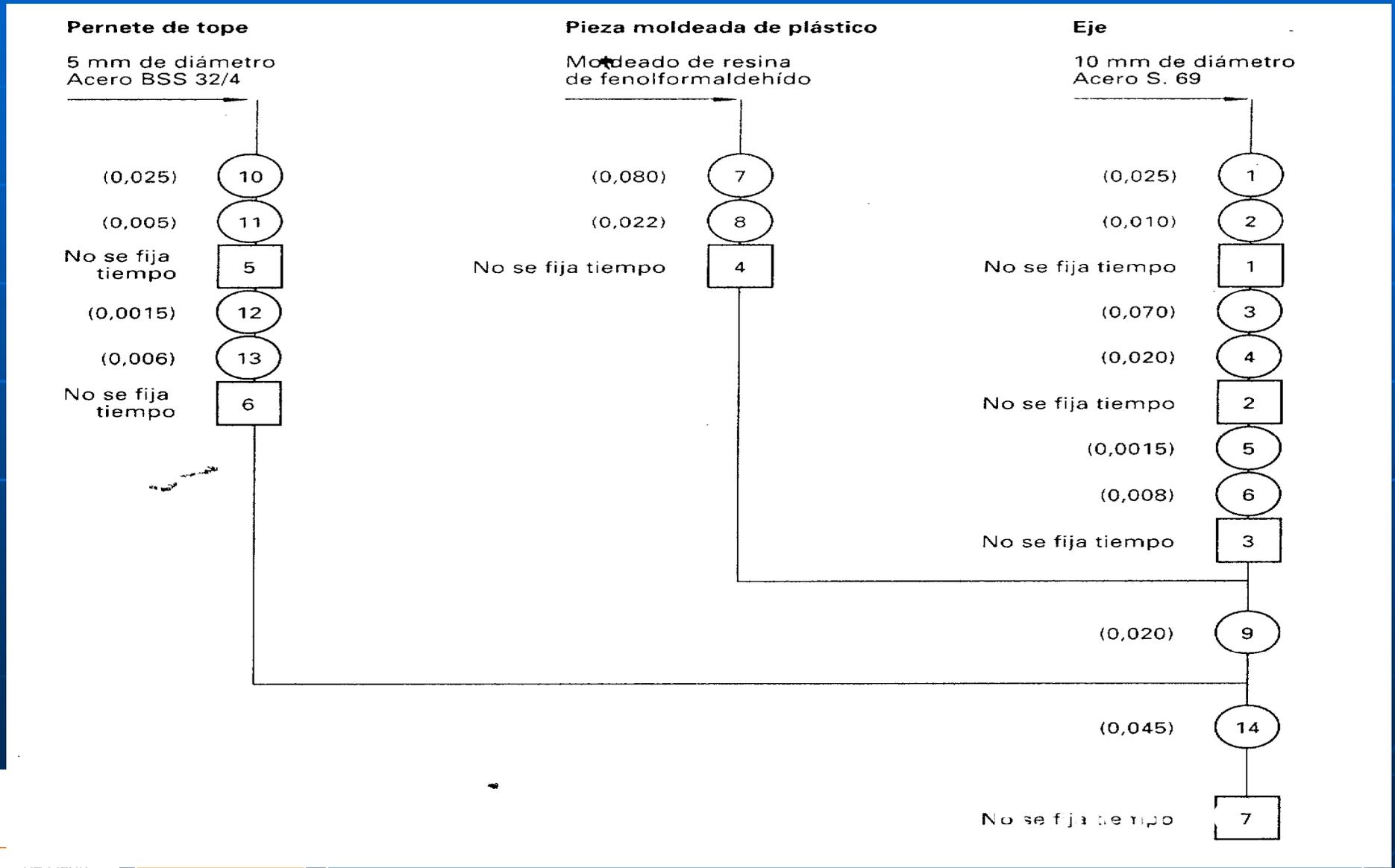
Fuente: Ralph M. Barnes: *Motion and time study* (Nueva York, © John Wiley, 7.ª ed., 1980), pág. 29. Reproducido con la autorización de John Wiley & Sons, Inc.

## CURSOGRAMA SINÓPTICO DEL PROCESO

Es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan sólo las principales operaciones e inspecciones (Figura 2).

- Emplea únicamente los símbolos de operación e inspección.
- Junto a los símbolos se añade una breve descripción de cada operación e inspección y, cuando se conoce, el tiempo que se le fija.
- Es el más sencillo de realizar y el más útil para ver de una sola ojeada la totalidad del proceso o actividad antes de emprender su estudio detallado.
- Para su construcción se colocan las operaciones e inspecciones según su orden de ocurrencia, en una línea vertical situada a la derecha de la página mientras que las incorporaciones de materias primas o ensamblajes de subconjuntos se realizan a través de una línea de horizontal.

Figura 2.- Cursograma sinóptico: montaje de un rotor de interruptor. Fuente: Kanawaty, G.: *Introducción al estudio del trabajo*, O.I.T., Ginebra, 1996.



## CURSOGRAMA ANALÍTICO

Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda.

- Cursograma de operario. Diagrama en donde se registra lo que hace la persona que trabaja (Figura 3).
- Cursograma de material. Diagrama en donde se registra cómo se manipula o trata el material (Figuras 4, 5, 6 y 7).
- Cursograma de equipo. Diagrama en donde se registra cómo se usa el equipo.

## CURSOGRAMA ANALÍTICO

- Se establece en forma análoga al sinóptico pero proporciona un grado de detalle mayor que el anterior, ya que utiliza los cinco símbolos mencionados.
- Se emplea para observar la evolución de los operarios (indicando lo que hace la persona que trabaja), el material (representando lo que a éste le ocurre) y el equipo o maquinaria (indicando cómo se emplean).
- Suele haber un formulario impreso único para los tres tipos, con un encabezamiento donde figura la inscripción “Operario/material/equipo”, y se tachan las dos que no corresponden.
- Se suele emplear los verbos en la voz activa cuando la base del cursograma es el operario, y en la voz pasiva cuando la base es el material o las máquinas y herramientas.

# CURSOGRAMA ANALÍTICO

Aspectos a tener en cuenta a la hora de elaborar los diagramas:

- Con la representación gráfica de los hechos se obtiene una visión general de lo que sucede y se entienden más fácilmente tanto los hechos en sí como su relación mutua.
- Los gráficos ilustran con claridad la forma en que se efectúa un trabajo.
- Los detalles que figuran en el diagrama deben recogerse por observación directa. No deberán hacerse de memoria sino a medida que se observa el trabajo salvo que se trate para ilustrar un proyecto para el futuro. Deben confirmarse con el encargado los detalles registrados en el gráfico.

Figura 3.- Cursograma analítico para el operario: cómo servir comidas en una sala de hospital. Fuente: Kanawaty, G.: *Introducción al estudio del trabajo*, O.I.T., Ginebra, 1996.

Cursograma analítico				Operario/Material/Equipo						
Diagrama núm. 7		Hoja núm. 1 de 1		Resumen						
Objeto: Enfermera		Actividad		Actual	Propuesta	Economía				
Actividad: Servir comidas a 17 enfermos		Operación		34	18	16				
Método: Actual/Propuesto		Transporte		60	72	(-12)				
Lugar: Sala L		Espera		-	-	-				
Operario(s):		Inspección		-	-	-				
Compuesto por:		Almacenamiento		-	-	-				
Aprobado por:		Distancia (m)		436	197	239				
Fecha:		Tiempo (horas-hombre)		39	28	11				
Fecha:		Costo:		-	-	-				
Ficha núm.:		Mano de obra		-	-	-				
		Material (carrito)		-	\$24	-				
		Total (capital)		-	\$24	-				
Descripción			Canti- dad (platos)	Dis- tancia (m)	Tiem- po (min.)	Símbolo			Observaciones	
Método antiguo						○	⇒	▷	□	▽
Lleva fuentes y platos en bandeja de cocina a mesa de servicio			17	16	0,50					
Coloca fuentes y platos en mesa			17	-	0,30					
Distribuye en platos la comida de 3 fuentes			-	-	0,25					
Lleva plato a cama 1 y vuelve			1	7,3	0,25					
Sirve			-	-	0,25					
Lleva plato a cama 2 y vuelve			1	6	0,25					
Sirve			-	-	0,25					
(Continúa hasta servir las 17 camas. Véanse distancias en figura 37)										
Terminado servicio, coloca platos en bandeja y vuelve a la cocina			-	16	0,50					
Total distancia y tiempo, primer ciclo				192	10,71	17	20	-	-	-
Repite ciclo para postre				192	10,71	17	20	-	-	-
Recoge platos postre vacíos				52	2,0	-	20	-	-	-
Total				436	23,42	34	60			
Método perfeccionado										
Lleva fuentes y platos desde cocina a posición A. Carrito			17	16	0,50					Carrito de servicio
Sirve dos platos			-	-	0,40					
Lleva dos platos a cama 1; deja uno; lleva un plato de cama 1 a cama 2; vuelve a posición A			2	1,5	0,25					
Empuja carrito hasta posición B			-	3,0	0,12					
Sirve dos platos			-	-	0,40					
Lleva dos platos a cama 3; deja uno; lleva un plato de cama 3 a cama 4; vuelve a posición B			2	1,5	0,25					
(Continúa hasta servir las 17 camas. Véase figura 37 y obsérvese variación en cama 11)										
Vuelve a cocina con carrito			-	16	0,50					
Total distancia y tiempo, primer ciclo				72,5	7,49	9	26			
Repite ciclo para postre				72,5	7,49	9	26			
Recoge platos postre vacíos				52	2,00	-	20			
Total			-	197	16,98	18	72			

Figura 4.- Cursograma analítico basado en el material: desmontaje, limpieza y desengrase de un motor (método original). Fuente: Kanawaty, G.: *Introducción al estudio del trabajo*, O.I.T., Ginebra, 1996.

Cursograma analítico		Operario/Material/Equipo								
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1 de 1		Resumen								
Objeto: <i>Motores de autobús usados</i>		Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Actividad: <i>Desmontar, limpiar y desengrasar antes de la inspección</i>		Operación ○	4							
Método: Actual/Propuesto		Transporte □	21							
Lugar: <i>Taller de desengrase</i>		Espera ▢	3							
Operario(s): Fecha: Aprobado por:		Inspección □	1							
Fecha: Fecha:		Almacenamiento ▽	1							
Compuesto:		Distancia (m)								
Aprobado por:		Tiempo (min.-hombre)								
Fecha:		Costo								
Fecha:		Mano de obra								
Fecha:		Material								
Fecha:		Total								
Fecha:		Total								
Descripción		Can-tidad	Dis-tancia (m)	Tiem-po (min.)	Símbolo					Observaciones
<i>En almacén de motores usados</i>		1	—	—	○	□	▢	▽		
<i>Motor recogido</i>										
<i>Transportado hasta grúa siguiente</i>			24							<i>Con grúa eléctrica</i>
<i>Descargado en tierra</i>										<i>Con grúa eléctrica</i>
<i>Recogido</i>										
<i>Transportado hasta taller de desmontaje</i>			30							<i>Con grúa eléctrica</i>
<i>Descargado en tierra</i>										<i>Con grúa eléctrica</i>
<i>Desmontado</i>										
<i>Piezas principales limpiadas y extendidas</i>										
<i>Inspeccionado estado de las piezas; consignar lo observado</i>										
<i>Piezas llevadas a jaula de desengrase</i>			3							
<i>Cargadas para llevar a desengrasar</i>										
<i>Transportadas hasta desengrasadora</i>			1,5							<i>Con grúa de mano</i>
<i>Descargadas en desengrasadora</i>										
<i>Desengrasadas</i>										
<i>Sacadas de desengrasadora</i>										<i>Con grúa de mano</i>
<i>Transportadas desde desengrasadora</i>			6							<i>Con grúa de mano</i>
<i>Descargadas en tierra</i>										
<i>Dejadas enfriar</i>										
<i>Transportadas hasta bancos de limpieza</i>			12							<i>A mano</i>
<i>Limpiadas a fondo</i>										
<i>Colocadas ya limpias en una caja</i>			9							<i>A mano</i>
<i>Esperar transporte</i>										
<i>Cargadas en carrillo las piezas salvo bloque y culatas de cilindros</i>										
<i>Transportadas hasta departamento de inspección de motores</i>			76							<i>En carrillo</i>
<i>Descargadas y extendidas en mesa de inspección</i>										
<i>Bloque y culatas de cilindros cargados en carrillo</i>										
<i>Transportados hasta departamento de inspección de motores</i>			76							<i>En carrillo</i>
<i>Descargados en tierra</i>										
<i>Depositados provisionalmente en espera de inspección</i>										
<b>Total</b>			<b>237,5</b>		<b>4</b>	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	

Figura 5.- Cursograma analítico basado en el material: desmontaje, limpieza y desengrase de un motor (método perfeccionado). Fuente: Kanawaty, G.: *Introducción al estudio del trabajo*, O.I.T., Ginebra, 1996

Cursograma analítico		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 2 Hoja núm. 1 de 1		Resumen							
Objeto: <i>Motores de autobús usados</i>		Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
Actividad: <i>Desmontar, limpiar y desengrasar antes de la inspección</i>		Operación ○	4	3	1				
Método: Actual/Propuesto		Transporte □	21	15	6				
Lugar: Taller de desengrase		Espera ▤	3	2	1				
Operario(s):		Inspección □	1	—	1				
Compuesto por:		Almacenamiento ▾	1	1	1				
Aprobado por:		Distancia (m)	237,5	150,0	87,5				
Fecha:		Tiempo (min.-hombre)	—	—	—				
Fecha:		Costo							
Fecha:		Mano de obra							
Fecha:		Material							
Fecha:		Total	—	—	—				
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo					Observaciones
				○	□	▤	□	▽	
<i>Almacenamiento en local de motores usados</i>		—	—						
<i>Motor recogido</i>									
<i>Transportado hasta taller de desmontaje</i>		55							Grúa eléctrica monocarril
<i>Descargado</i>									
<i>Desmontado</i>									
<i>Transportado hasta jaula de desengrase</i>		1							A mano
<i>Colocado en jaula</i>									Grúa
<i>Transportado hasta desengrasadora</i>		1,5							Grúa
<i>Colocado en desengrasadora</i>									Grúa
<i>Desengrase</i>									
<i>Sacado de desengrasadora</i>									Grúa
<i>Transportado desde desengrasadora</i>		4,5							Grúa
<i>Descargado en tierra</i>									
<i>Dejado enfriar</i>									
<i>Transportado hasta bancos de limpieza</i>		6							Grúa
<i>Limpiadas todas las piezas</i>									
<i>Recogidas todas las piezas en bandejas especiales</i>		6							
<i>Esperar transporte</i>									
<i>Bandejas y bloque de cilindros cargados en carrillo</i>									
<i>Transportados hasta el departamento de inspección de motores</i>									
<i>Bandejas deslizadas hasta bancos de inspección y bloques hasta plataforma</i>		76							En carrillo
<b>Total</b>			150	3	15	2	—	1	

**Figura 6.- Cursograma analítico: recepción, inspección y numeración de piezas (método original).** Fuente: Kanawaty, G.: *Introducción al estudio del trabajo*, O.I.T., Ginebra, 1996.

Cursograma analítico		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 3 Hoja núm. 1 de 1		Resumen							
Objeto: Cajón de piezas BX 487 (10 por cajón, en cajas de cartón)	Actividad: Recibir, comprobar, inspeccionar y numerar piezas; almacenarlas con los cajones	Actividad		Actual	Propuesta	Economía			
		Operación	Transporte	2	11				
Método: Actual/Propuesto	Lugar: Departamento de recepción	Espera	Inspección	7	2				
		Almacenamiento	Distancia (m)	1	56,2				
Operario(s):	Ficha núm.	Tiempo (horas-hombre)	Costo por cajón	1,96					
Compuesto por:	Fecha:	Mano de obra	\$10,19						
Aprobado por:	Fecha:	Material	—						
		Total	\$10,19						
Descripción	Cantidad 1 caja	Dis-tancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo					Observaciones
				○	▷	◻	◼	▽	
Sacado de camión; colocado en plano inclinado		1,2							2 peones
Deslizado por plano inclinado		6	10						2 peones
Deslizado hasta almacén y apilado		6							2 peones
Espera de desembalaje		—	30						
Puesto a tierra		—							
Tapa levantada y retiro de hoja de entrega		—	5						2 peones
Cargado en carretilla	1								
Transportado al banco de recepción	9		5						2 peones
Espera de descarga de carretilla	—		10						
Caja puesta en banco	1		2						2 peones
Cajones retirados: apertura y verificación contenido; vuelto a cerrar	—		15						Empleado de almacén
Cargado en carretilla	1		2						2 peones
Espera del transporte	—		5						
Transportado al banco de inspección		16,5	10						1 peón
Espera de inspección	—		10						Caja en carretilla
Piezas retiradas de caja y de cajones: cotejadas con diseño y colocadas de nuevo en embalaje	1		20						Inspector
Espera del transportista	—		5						Caja en carretilla
Transportado al banco de numeración	9		5						1 peón
Espera de numeración	—		15						Caja en carretilla
Piezas retiradas de cajas y de cajones, numeradas y colocadas de nuevo en embalaje	—		15						Peón de almacén
Espera del transportista	—		5						Caja en carretilla
Transportado al lugar de distribución		4,5	5						1 peón
Puesto en depósito									
Total		56,2	174	2	11	7	2	1	

Figura 7.- Cursograma analítico: recepción, inspección y numeración de piezas (método perfeccionado). Fuente: Kanawaty, G.: *Introducción al estudio del trabajo*, O.I.T., Ginebra, 1996.

Cursograma analítico		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm 4 Hoja núm. 1 de 1		Resumen							
Objeto: <i>Cajón de piezas BX 487 (10 por cajón, en cajas de cartón)</i>		Actividad		Actual		Propuesta	Economía		
Actividad: <i>Recibir, comprobar, inspeccionar y numerar piezas; almacenarlas con los cajones</i>		Operación	○	2	2	-			
Método: <del>Actual</del> /Propuesto		Transporte	◁▷	11	6	5			
Lugar: <i>Departamento de recepción</i>		Espera	□▷	7	2	5			
Operario(s): <i>Véase columna de observaciones</i>		Inspección	□▷	2	1	1			
Compuesto por: Fecha:		Almacenamiento	▽	1	1	-			
Aprobado por: Fecha:		Distancia (m)		56,2	32,2	24			
		Tiempo (horas-hombre)		1,96	1,16	0,80			
		Costo por cajón		\$10,19	\$6,03	\$4,16			
		Mano de obra		-	-	-			
		Material		-	-	-			
		Total		\$10,19	\$6,03	\$4,16			
Descripción	Canti- dad 1 caja	Dis- tancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo					Observaciones
				○	▷	□▷	□	▽	
<i>Sacado de camión; colocado en plano inclinado</i>		1,2							2 peones
<i>Deslizado por plano inclinado</i>	6		5						2 peones
<i>Colocado en carretilla</i>	1								2 peones
<i>Acarreado hasta lugar de desembalaje</i>	6		5						1 peón
<i>Destapado</i>	-		5						1 peón
<i>Acarreado hasta banco de recepción</i>	9		5						1 peón
<i>Espera hasta descarga</i>	-		5						
<i>Cajas cartón extraídas y abiertas: colocadas sobre banco, contadas y cotejadas con diseño</i>	-		20						Inspector
<i>Piezas numeradas y colocadas de nuevo en cajón</i>	-								Peón de almacén
<i>Espera del carretillero</i>	-		5						
<i>Cajón llevado al lugar de distribución</i>	9		5						1 peón
<i>Puesto en depósito</i>	-		-						
Total		32,2	55	2	6	2	1	1	

## DIAGRAMA BIMANUAL

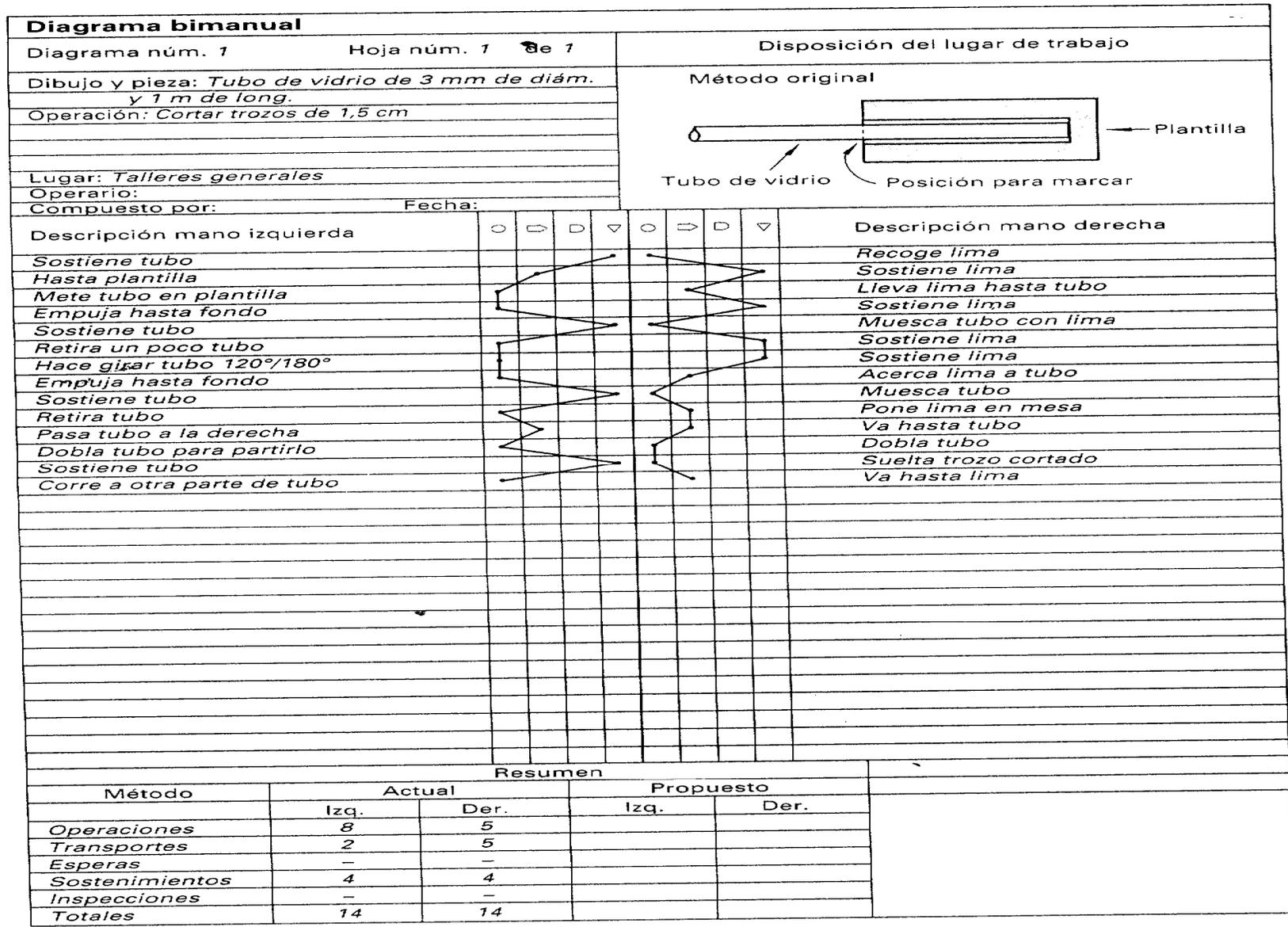
Es un cursograma en que se consigna la actividad de las manos (o extremidades) del operario indicando la relación entre ellas (Figuras 8 y 9).

- Es útil para operaciones repetitivas siendo similar al cursograma analítico pero referido a un puesto de trabajo y no al proceso global.
- Además, lo que figuraría en un cursograma analítico como una sola operación se descompone aquí en varias actividades elementales.
- Los símbolos que se utilizan son generalmente los mismos que en los demás diagramas ya estudiados, pero se les atribuye un sentido ligeramente distinto para que abarquen más detalles.
  - ○ OPERACIÓN. Se refiere a los actos de asir, sujetar, utilizar, soltar, etc., una herramienta, pieza o material.
  - ⇨ TRANSPORTE. Se emplea para representar el movimiento de la mano (o extremidad) hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos.

## DIAGRAMA BIMANUAL

- D ESPERA. Muestra el momento en que la mano o extremidad no trabaja.
- ▽ SOSTENIMIENTO. En este diagrama no se utiliza el término almacenamiento. Se sustituye por sostenimiento que indica que la extremidad sostiene o sujeta algo.
- □ INSPECCIÓN. No se suele utilizar ya que durante la inspección, los movimientos de las manos son operaciones. En caso de desear que aparezca, se puede utilizar su símbolo.

Figura 8.- Diagrama bimanual: corte de tubos de vidrio (método original). Fuente: Kanawaty, G.: *Introducción al estudio del trabajo*, O.I.T., Ginebra, 1996.





## DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES

Es un diagrama en que se registran las respectivas actividades de varios objetos de estudio (operario, máquina o equipo) según una escala de tiempos común para mostrar la correlación entre ellas (Figuras 10, 11, 12 y 13).

- Nos permite ver de una manera rápida en qué momentos del proceso está inactivo cualquiera de los elementos objeto de estudio, lo que permite, en ocasiones, combinar de otra forma las actividades para suprimir los tiempos inactivos.
- Es útil para organizar equipos de trabajadores cuando la producción es en serie, o bien trabajos de mantenimiento cuando no se puede dejar detenida una máquina más de lo estrictamente necesario.
- Para su representación se utiliza una columna para cada uno, situando el tiempo al margen (la longitud de la columna depende del tiempo empleado) y una breve descripción, a continuación, situando, además, en cada columna un apartado interior que indica cuándo se está trabajando y cuándo no.

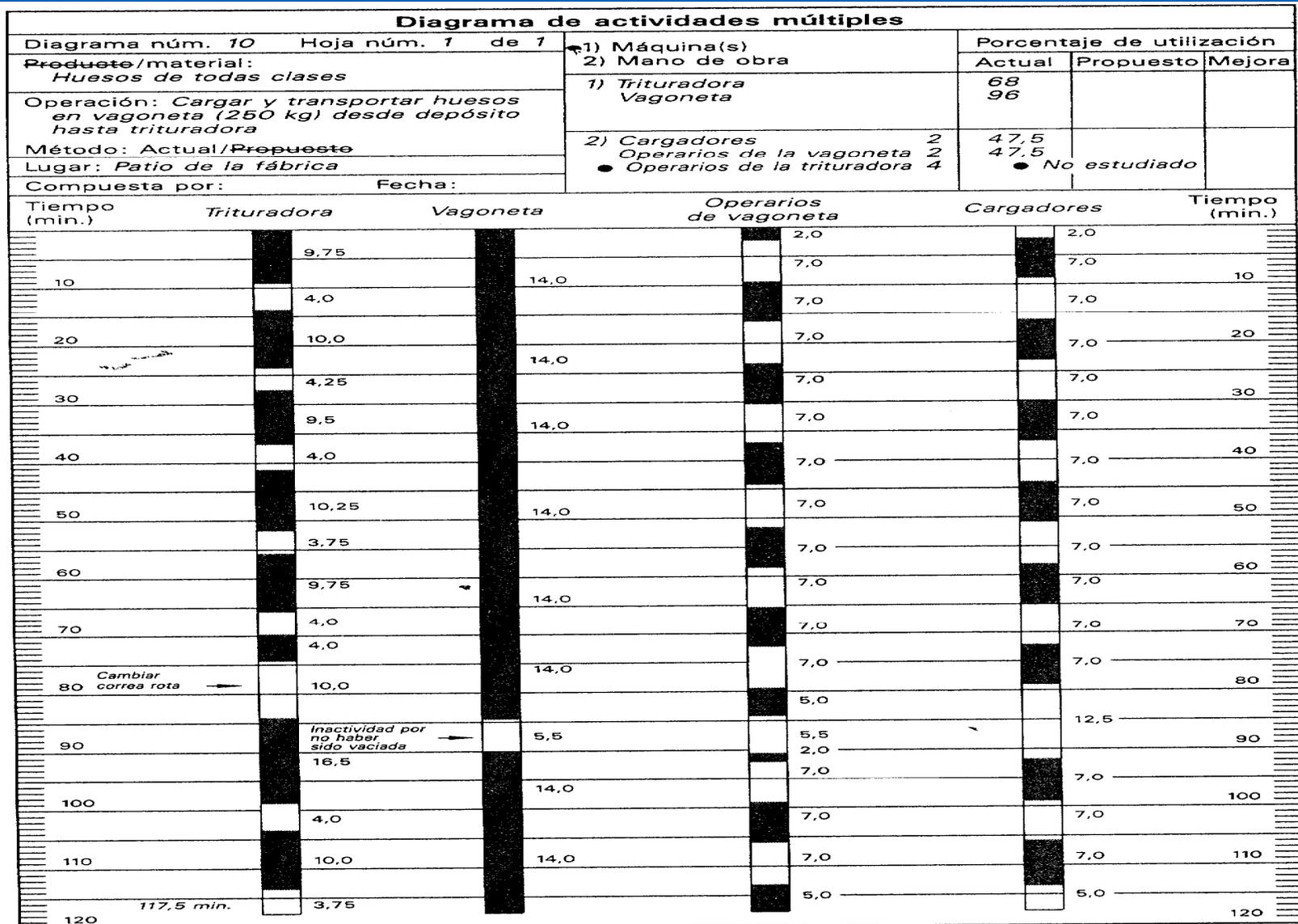
Figura 10.- Diagrama de actividades múltiples para operario y máquina: fresado de una pieza de hierro fundido (método original). Fuente: Kanawaty, G.: *Introducción al estudio del trabajo*, O.I.T., Ginebra, 1996.

Diagrama de actividades múltiples			
Diagrama núm. 8 Hoja núm. 1 de 1		Resumen	
Producto: <i>Pieza de fundición B. 239</i>		Actual	Propuesto
Plano núm. B. 239/1		(minutos)	
Proceso: <i>Fresado segunda cara</i>		Tiempo del ciclo	
		Operario	2,0
		Máquina	2,0
		Tiempo de trabajo	
		Operario	1,2
		Máquina	0,8
Máquina(s): <i>Fresadora vertical Cincinnati núm. 4</i>		Tiempo inactivo	
Velocidad 80 r/min.	Avance 38 cm/min.	Operario	0,8
		Máquina	1,2
		Utilización	
Operario:	Ficha núm. 1234	Operario	60%
Compuesto por:	Fecha:	Máquina	40%
Tiempo (minutos)	Operario	Máquina	Tiempo (minutos)
0,2	<i>Saca pieza terminada</i>		0,2
0,2	<i>Limpia con aire comprimido</i>		0,2
0,4	<i>Calibra profundidad en placa</i>		0,4
0,6	<i>Desbasta borde con lima</i>	Inactiva	0,6
0,6	<i>Limpia con aire comprimido</i>		0,6
0,8	<i>Coloca en caja piezas acabadas</i>		0,8
0,8	<i>Recoge otra pieza</i>		0,8
1,0	<i>Limpia la máquina con aire comprimido</i>		1,0
1,0	<i>Coloca pieza en soporte; pone en marcha la máquina y el autoavance</i>		1,2
1,2			1,2
1,4			1,4
1,6	Inactivo	Trabajando <i>Fresado segunda cara</i>	1,6
1,6			1,6
1,8			1,8
1,8			1,8
2,0			2,0
2,0			2,0
2,2			2,2
2,2			2,2
2,4			2,4
2,4			2,4
2,6			2,6
2,6			2,6
2,8			2,8
2,8			2,8
3,0			3,0
3,0			3,0
3,2			3,2
3,2			3,2
3,4			3,4
3,4			3,4
3,6			3,6
3,6			3,6
3,8			3,8
3,8			3,8

Figura 11.- Diagrama de actividades múltiples para operario y máquina: fresado de una pieza de hierro fundido (método perfeccionado). Fuente: Kanawaty, G.: *Introducción al estudio del trabajo*, O.I.T., Ginebra, 1996.

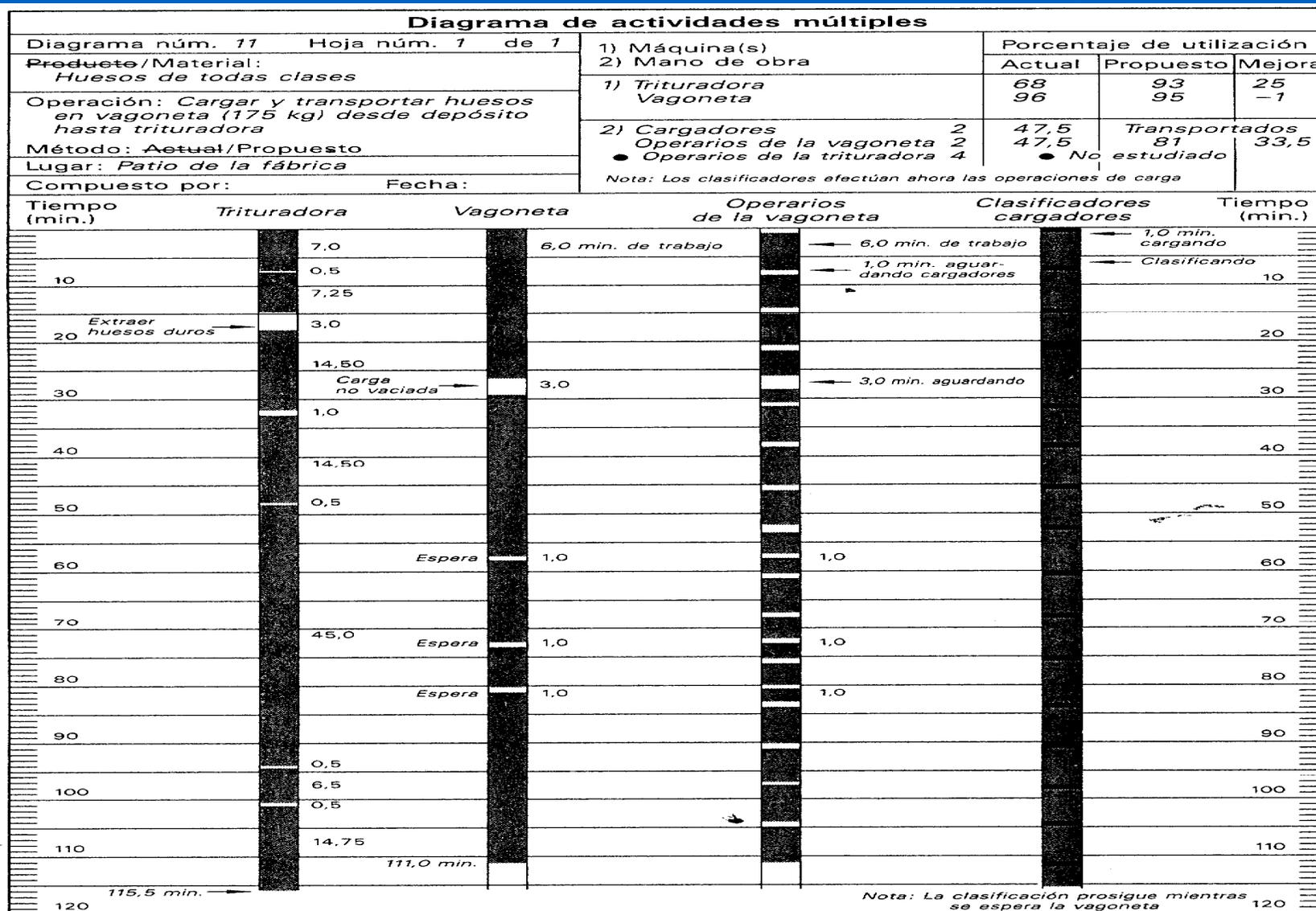
Diagrama de actividades múltiples							
Diagrama núm. 9		Hoja núm. 1 de 1		Resumen			
Producto: <i>Pieza de fundición B. 239</i>					Actual	Propuesto	Economía
Plano núm. B. 239/1					Tiempo del ciclo (minutos)		
Proceso: <i>Fresado segunda cara</i>					Hombre	1,36	0,64
					Máquina	1,36	0,64
					Tiempo de trabajo		
					Hombre	1,12	0,08
					Máquina	0,8	—
Máquina(s): <i>Fresadora vertical Cincinnati núm. 4</i>		Velocidad 80 r/min.	Avance 38 cm/min.	Tiempo inactivo			
					Hombre	0,24	0,56
					Máquina	0,56	0,64
					Utilización		
Operario: Ficha núm. 1234					Hombre	60 %	83 %
Compuesto por: Fecha:					Máquina	40 %	59 %
Operario	Máquina			Tiempo (minutos)			
0,2	Saca pieza terminada			0,2			
0,4	Limpia máquina con aire comprimido Coloca otra pieza en soporte; pone en marcha la máquina y el autoavance			Inactiva			
0,6	Desbarba borde con lima; limpia con aire comprimido			0,6			
0,8	Calibra profundidad en placa			0,8			
1,0	Coloca pieza en cajón piezas acabadas; recoge otra pieza y la deposita cerca de máquina			Trabajando			
1,2				Fresado segunda cara			
1,4				1,4			
1,6	Inactivo			1,6			
1,8				1,8			
2,0				2,0			
2,2				2,2			
2,4				2,4			
2,6				2,6			
2,8				2,8			
3,0				3,0			
3,2				3,2			
3,4				3,4			
3,6				3,6			
3,8				3,8			

Figura 12.- Diagrama combinado de actividades múltiples para trabajo en equipo y máquina: trituración de huesos (método original). Fuente: Kanawaty, G.: *Introducción al estudio del trabajo*, O.I.T., Ginebra, 1996.



# Figura 13.- Diagrama combinado de actividades múltiples para trabajo en equipo y máquina: trituración de huesos (método perfeccionado).

Fuente: Kanawaty, G.: *Introducción al estudio del trabajo*, O.I.T., Ginebra, 1996.



## SIMOGRAMA

Es un diagrama que registra los movimientos de dos o más partes del cuerpo del trabajador.

- Los movimientos son, generalmente, de muy corta duración (micromovimientos), por lo que, para poder realizarlo con exactitud, se debe efectuar un análisis de cada uno de los fotogramas obtenidos con una cámara cinematográfica o de vídeo en la observación del trabajo seleccionado.
- Para registrar estos micromovimientos se pueden utilizar técnicas como los símbolos therbligs o cualquier otro sistema de tiempos predeterminados de los movimientos.
- Su mayor utilidad radica en la medición del trabajo.
- Este gráfico es difícil de preparar y tiene un alto coste su realización, lo que hace que se aplique únicamente cuando su necesidad sea debidamente justificada.

## DIAGRAMA DE RECORRIDO O DE CIRCUITO

Es un plano bi o tridimensional, realizado a escala, de la zona de trabajo, en el cual se trazan los movimientos de los operarios, materiales o equipos durante la realización de la tarea (Figuras 14, 15, 16 y 17).

- Se utiliza como complemento del cursograma analítico.
- Se pueden utilizar los cinco símbolos de los cursogramas para observar lo que se realiza en cada punto.

Figura 14.- Trituración de huesos: disposición de la zona de trabajo. Fuente: Kanawaty, G.: *Introducción al estudio del trabajo*, O.I.T., Ginebra, 1996.

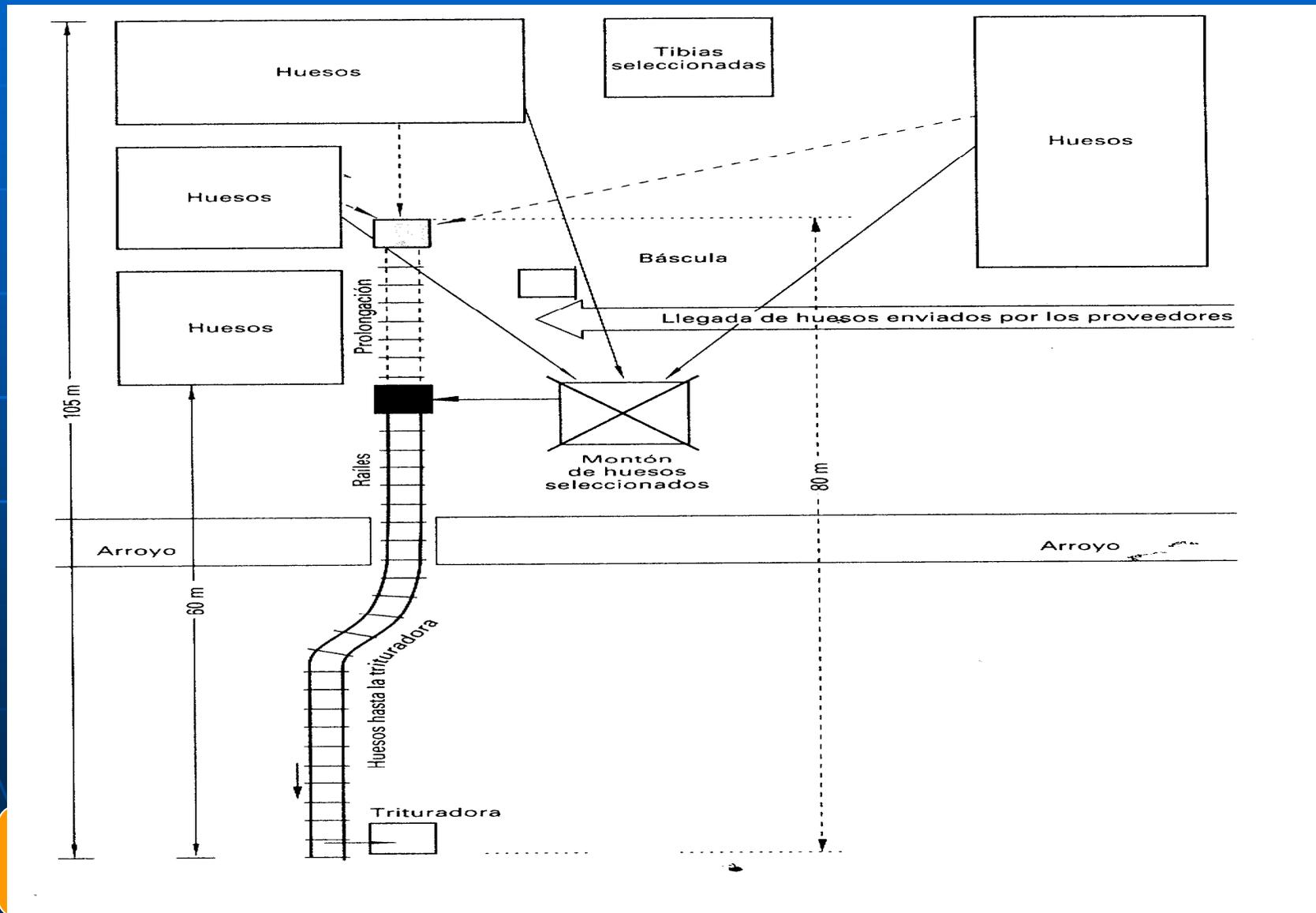


Figura 15.- Diagrama de recorrido: recepción, inspección y numeración de piezas (método original). Fuente: Kanawaty, G.: *Introducción al estudio del trabajo*, O.I.T., Ginebra, 1996.

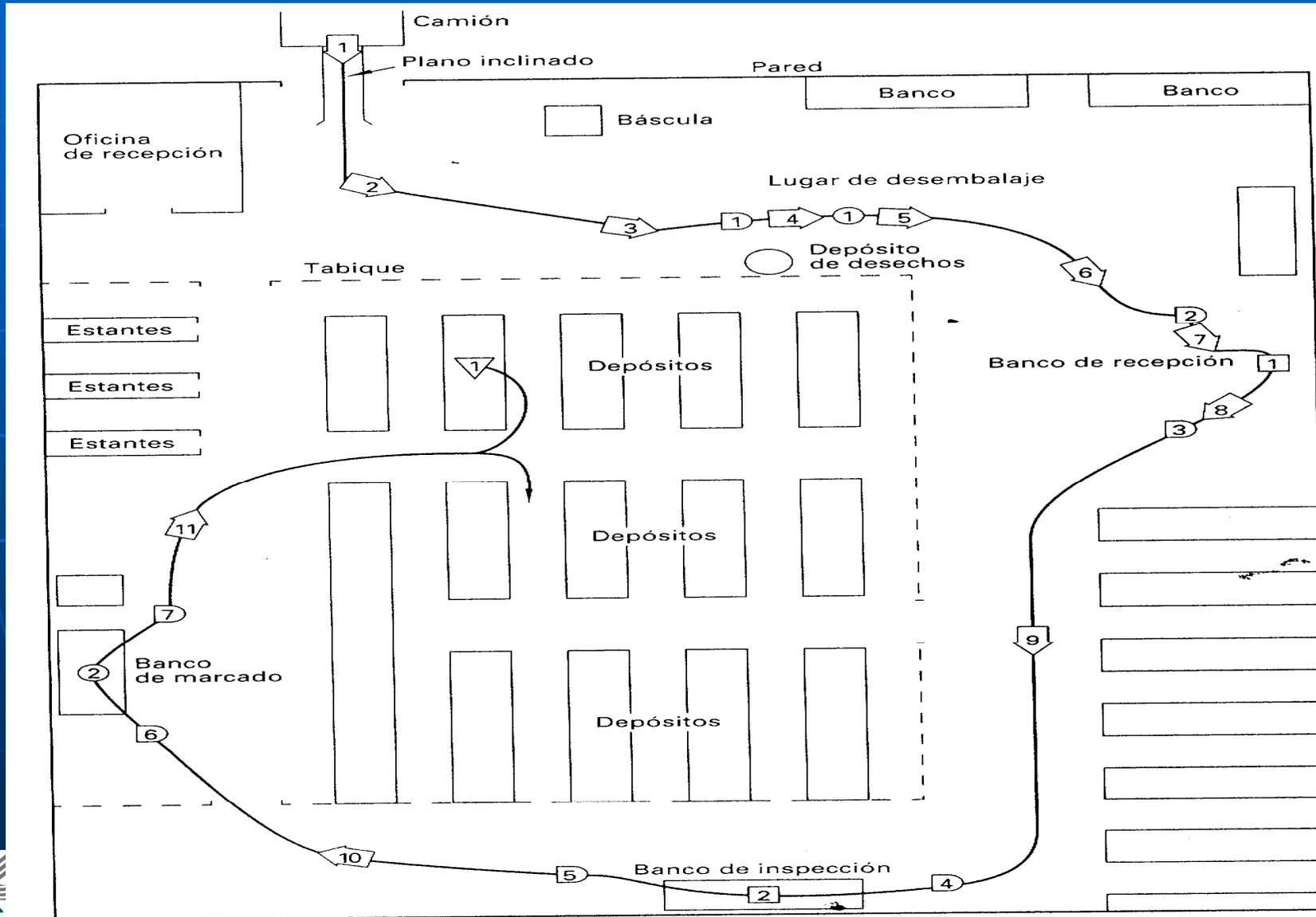


Figura 16.- Diagrama de recorrido:: recepción, inspección y numeración de piezas (método perfeccionado). Fuente: Kanawaty, G.: *Introducción al estudio del trabajo*, O.I.T., Ginebra, 1996.

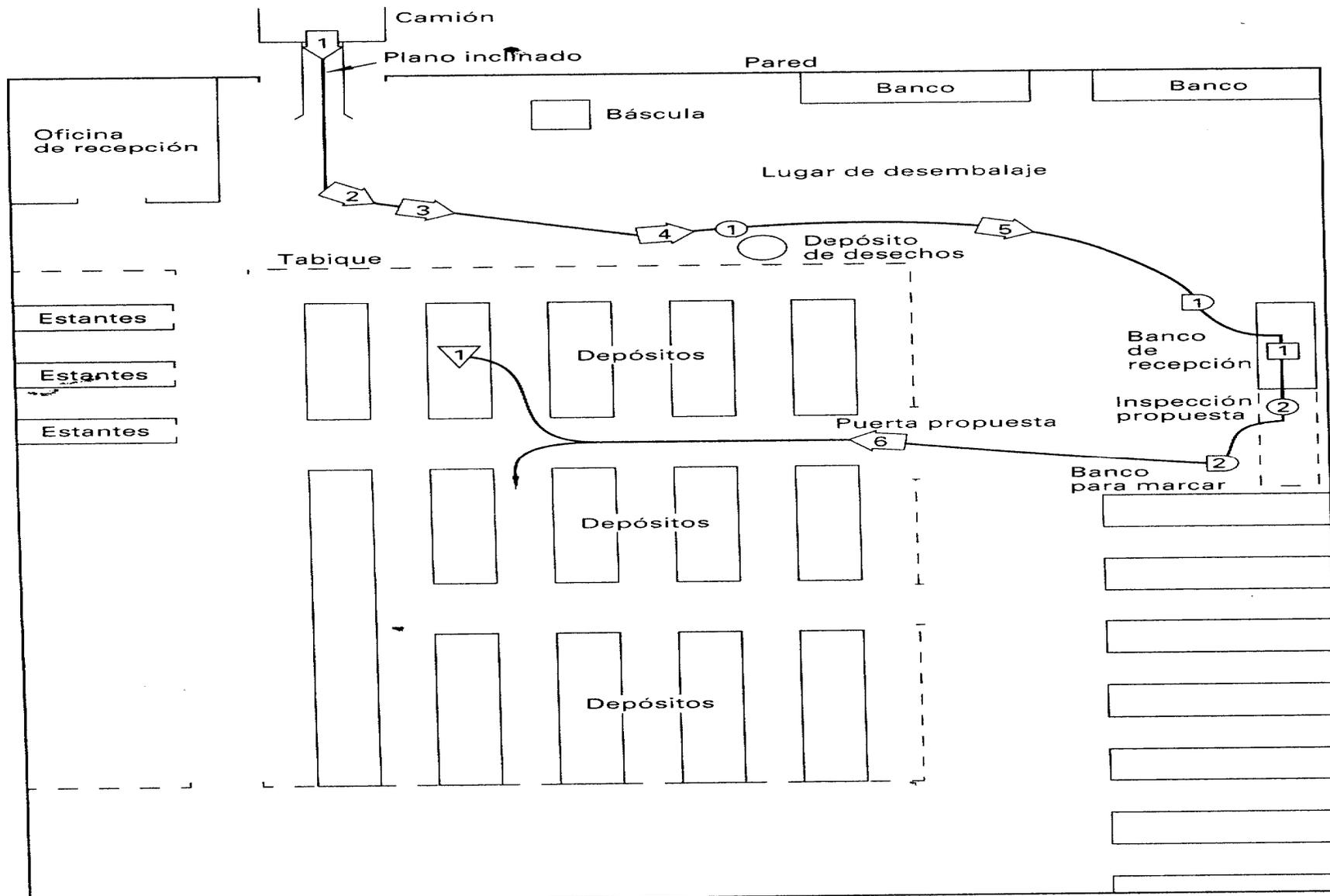
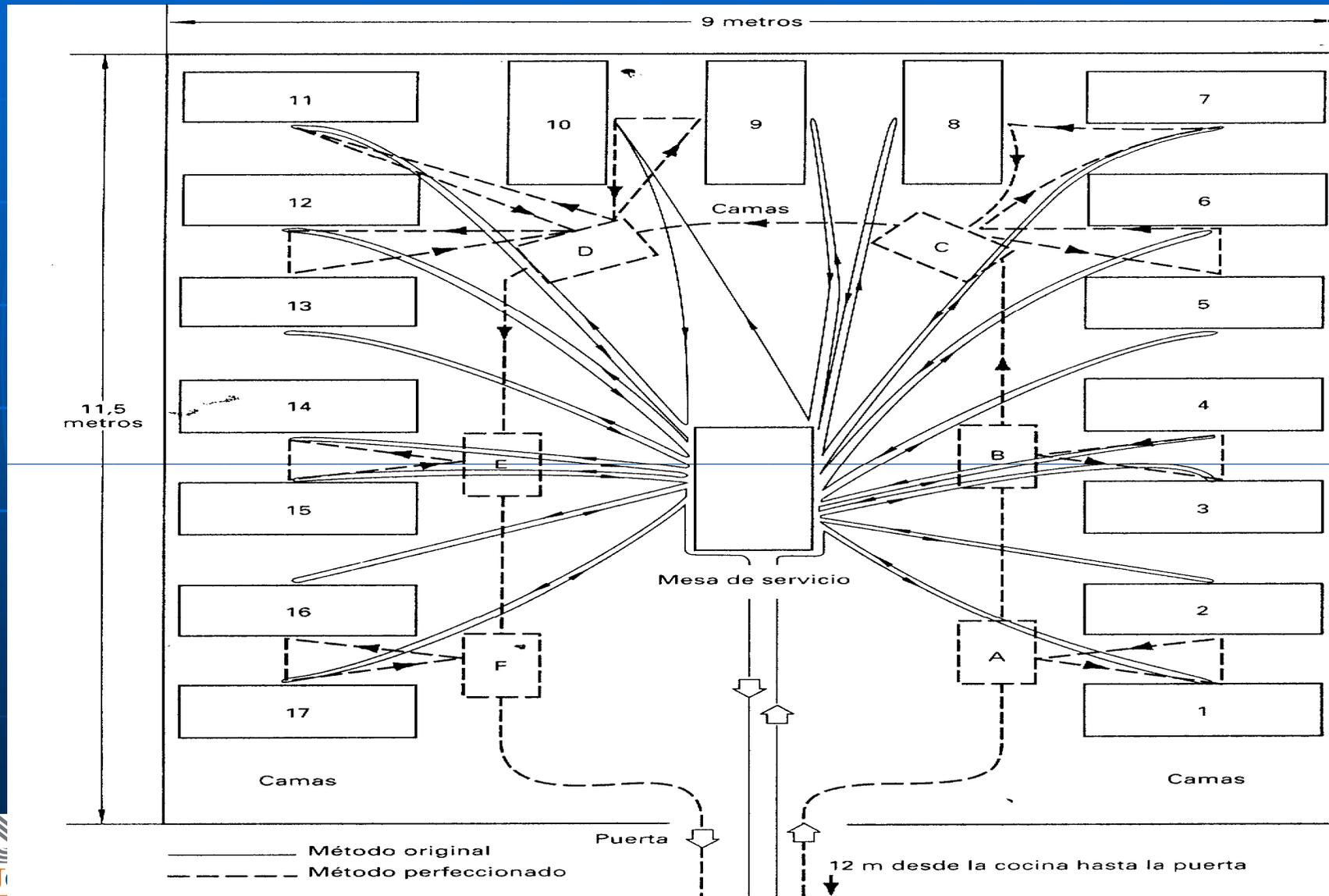


Figura 17.- Diagrama de recorrido de una enfermera: cómo servir comidas en una sala de hospital. Fuente: Kanawaty, G.: *Introducción al estudio del trabajo*, O.I.T., Ginebra, 1996.

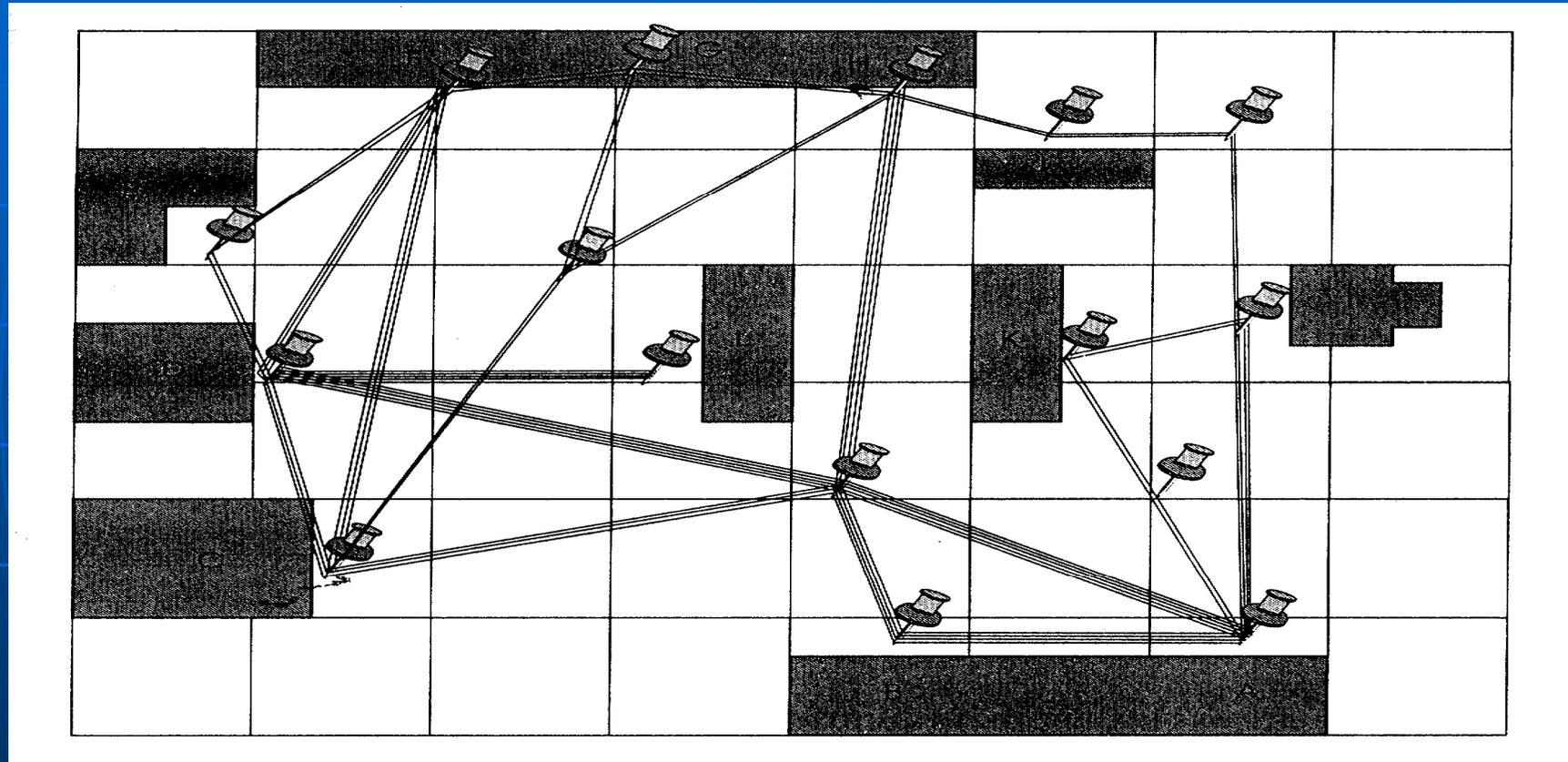


## DIAGRAMA DE HILOS

Es un plano o modelo a escala en que se sigue y mide con un hilo el trayecto de los trabajadores, de los materiales o del equipo durante una sucesión determinada de hechos (Figura 18).

- Se utiliza como complemento del cursograma analítico.
- Para llevarlo a cabo se utiliza un plano a escala, normalmente hecho en un panel de madera, en el que se clavan alfileres en cada puesto de trabajo, simulando a continuación los desplazamientos mediante un hilo, de longitud conocida, a partir del punto de partida y siguiendo el orden establecido en el proceso. Una vez finalizado, se resta a la longitud total del hilo la del hilo sobrante, obteniéndose la distancia recorrida en relación con la escala. La densidad de los hilos muestra las áreas donde hay un mayor tráfico para proceder a realizar mejoras.
- La ventaja sobre una representación en papel es que los movimientos no se superponen, al estar el hilo situado a diferentes alturas.

Figura 18.- Diagrama de hilos. Fuente: Kanawaty, G.: *Introducción al estudio del trabajo*, O.I.T., Ginebra, 1996.



## OTRAS TÉCNICAS DE REGISTRO

**CICLOGRAMA.** Es una fotografía fija, con exposición prolongada, en la que aparecen los movimientos o recorridos, gracias a una fuente luminosa que se le coloca al operario, lo que permite apreciar, en cierta medida, los tiempos de desplazamiento.

**CRONOCICLOGRAMA.** Es una variante del anterior en el que se utiliza una luz intermitente de frecuencia conocida, por lo que en la fotografía aparece una línea de trazos.

# ESTUDIO DE TIEMPOS

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador cualificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida (BSI, 1991).

✓ El tiempo influye sobre la coordinación del trabajo, distribución a tiempo de los productos en proceso y de los terminados, es clave en la gestión de stocks e influye en la amortización de las instalaciones.

↓  
Condiciona las relaciones en una empresa.

↓  
Su medida ayuda a gestionar mejor el departamento de producción.

## OBJETIVOS DE LA MEDICIÓN DEL TRABAJO

1. Determinar el tiempo necesario para ejecutar las tareas: medir el contenido del trabajo con el método señalado, incluyendo el tiempo para necesidades personales y los suplementos de tiempo.
2. Establecer tiempos justos y equitativos para un operario medio.

## LA MEDICIÓN DEL TRABAJO

✓ Para generalizar, el estudio de tiempos ha de realizarse sobre un operario cualificado. Según la OIT (1996) éste es:

“aquel de quien se reconoce que tiene las aptitudes físicas necesarias, que posee la requerida inteligencia e instrucción y que ha adquirido la destreza y conocimientos necesarios para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad”

## FASES DE LA MEDICIÓN DEL TRABAJO

1. Seleccionar el trabajo a estudiar.
2. Registro de datos necesarios para la medición.
3. Examen crítico de los datos para comprender si se están utilizando los métodos y movimientos más eficaces y para separar los elementos improductivos de los productivos.
4. Medición en tiempo de la cantidad de trabajo que corresponde a cada elemento mediante la técnica más apropiada.
5. Cálculo del tiempo básico y del tiempo tipo.
6. Definir exactamente la serie de actividades y métodos en funcionamiento para los cuales se ha calculado el tiempo tipo.

## TÉCNICAS DE MEDICIÓN

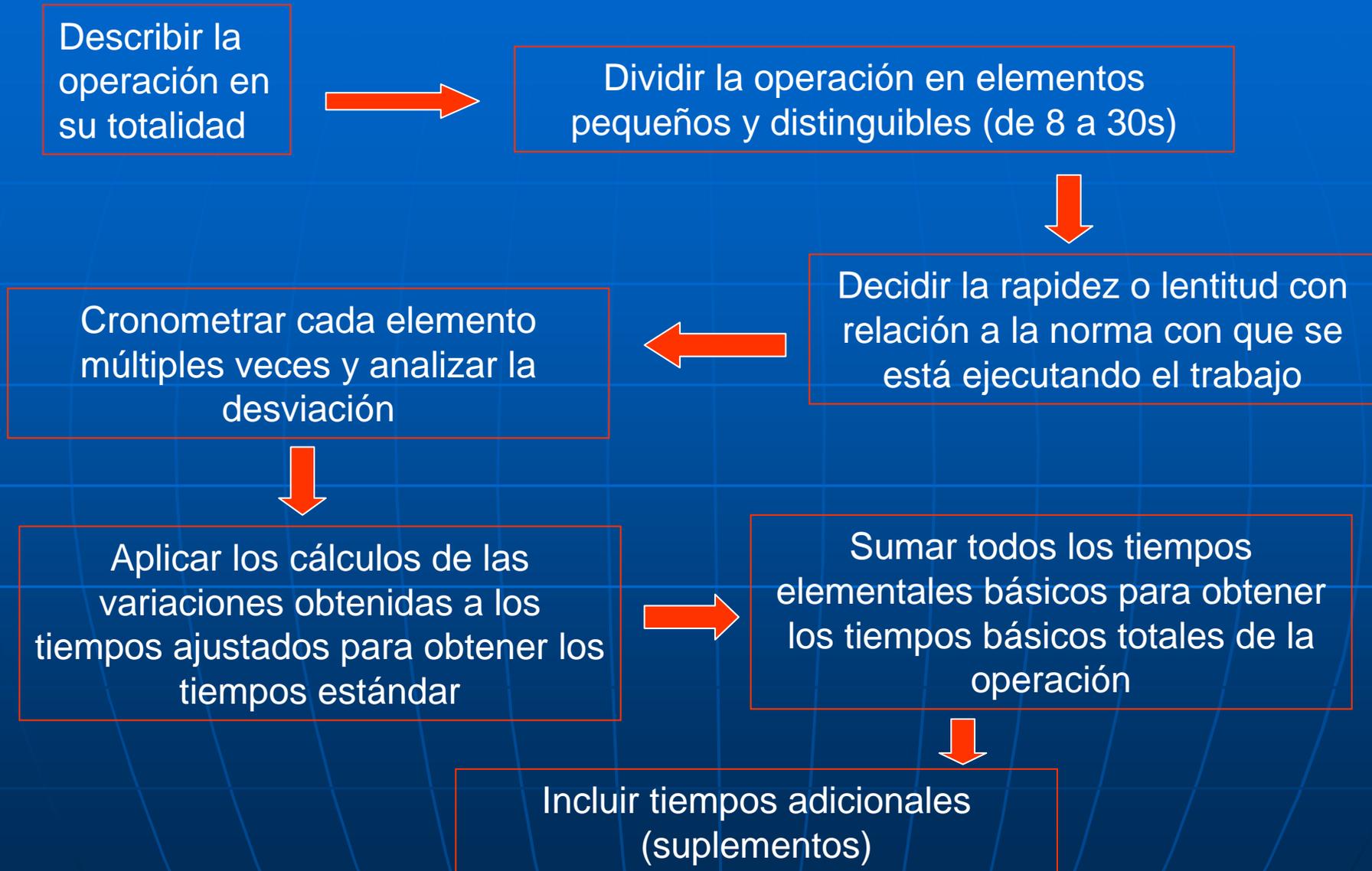
Las técnicas empleadas en el estudio de tiempos son:

- Cronometraje o estudio de tiempos
- Muestreo del trabajo
- Datos normalizados
- Normas de tiempo predeterminadas (NTPD)
- Método de estimación

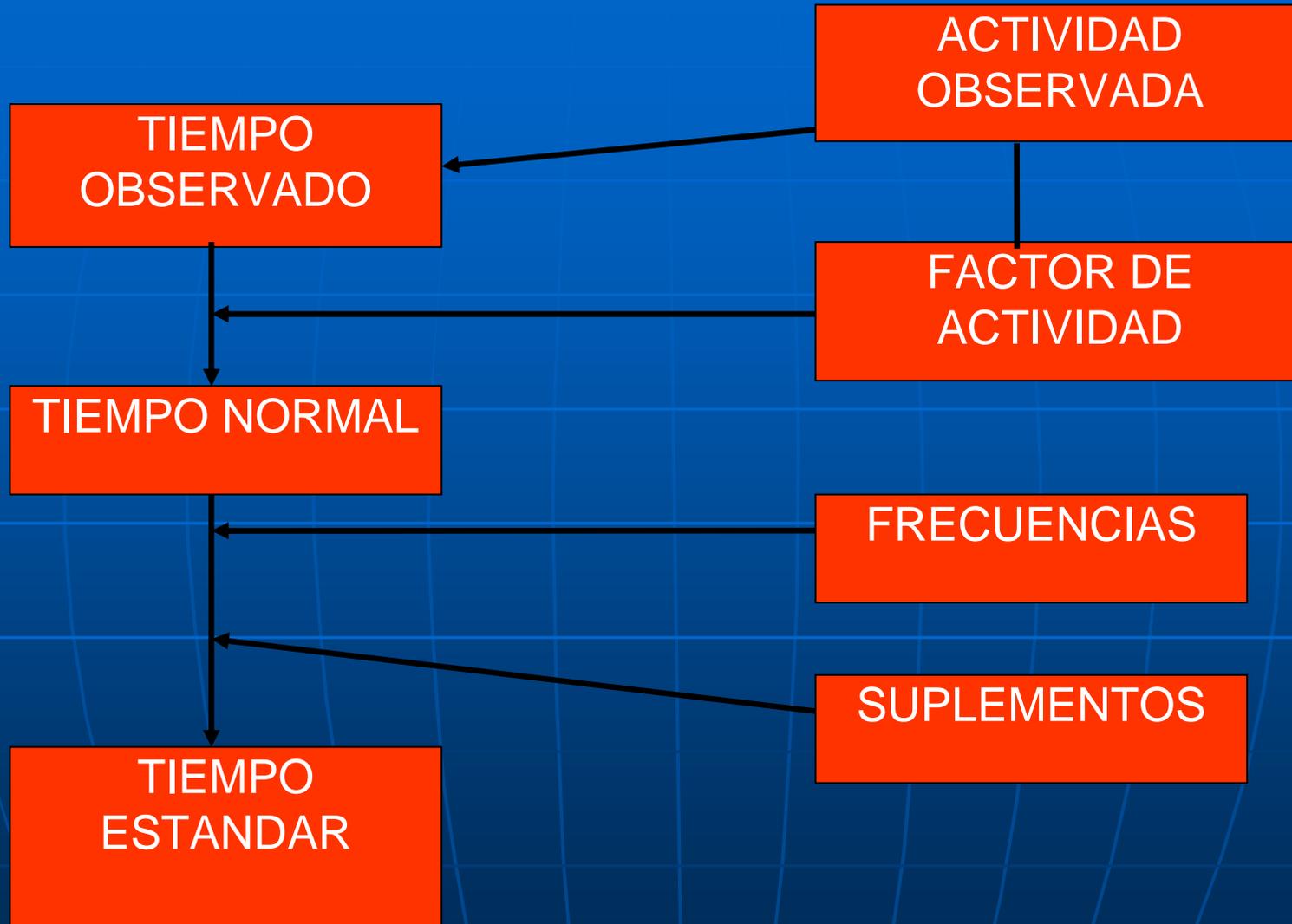
## EL CRONOMETRAJE

- ✓ Se basa en la observación y medición directa de los tiempos de las diversas operaciones y movimientos que integran un trabajo.
- ✓ Pretende calcular el tiempo estándar de un ciclo de trabajo que se obtiene por la suma de los tiempos estándar de los elementos que componen el ciclo.
- ✓ El proceso se realiza según el esquema siguiente:

# SECUENCIA DEL ESTUDIO DE TIEMPOS



# SECUENCIA DEL ESTUDIO DE TIEMPOS



# EL CRONOMETRAJE

- Elemento: parte esencial y definida de una actividad o tarea determinada.
- Ciclo: conjunto de elementos necesarios para realizar una actividad o tarea determinada, o para obtener una unidad de producción.

Pero, ¿por qué se realiza la descomposición en elementos?

- Valorar la actividad con más exactitud que si se hiciera sobre el ciclo completo.
- Separar tiempos productivos de improductivos.
- Diferenciar los elementos que causan diferente grado de fatiga, y fijar con más exactitud los coeficientes de descanso.
- Comprobar los tiempos tipo.

## ELEMENTOS DEL CRONOMETRAJE

Los elementos sobre los que se aplica el cronometraje se clasifican de la siguiente manera:

- Según quien los ejecuta: elementos máquina y elementos manuales.
- Según su repetición en el ciclo: elementos regulares, elementos intermitentes y elementos extraños.
- Según su duración: elementos constantes y elementos variables.

## EL CRONOMETRAJE: CÁLCULOS

Los conceptos básicos de este método son los siguientes:

- $T_O$ : tiempo cronometrado de un movimiento concreto y aislado.
- $A_O$ : actividad observada correspondiente. Es una estimación sobre la velocidad con que se realiza el movimiento cronometrado.
- $A_N$ : actividad normal (100).
- $F_A$ : factor de actividad o actividad observada en tanto por uno.
- $T_N$ : tiempo normal.

## EL CRONOMETRAJE: CÁLCULOS

Ayudados de las abreviaturas anteriores llegamos a la formula siguiente:

$$T_N = T_O \times \frac{A_O}{A_N} = T_O \times F_A$$

Como normalmente se realizarán varias observaciones de un elemento u operación determinada, el tiempo normal será la media de las N observaciones.

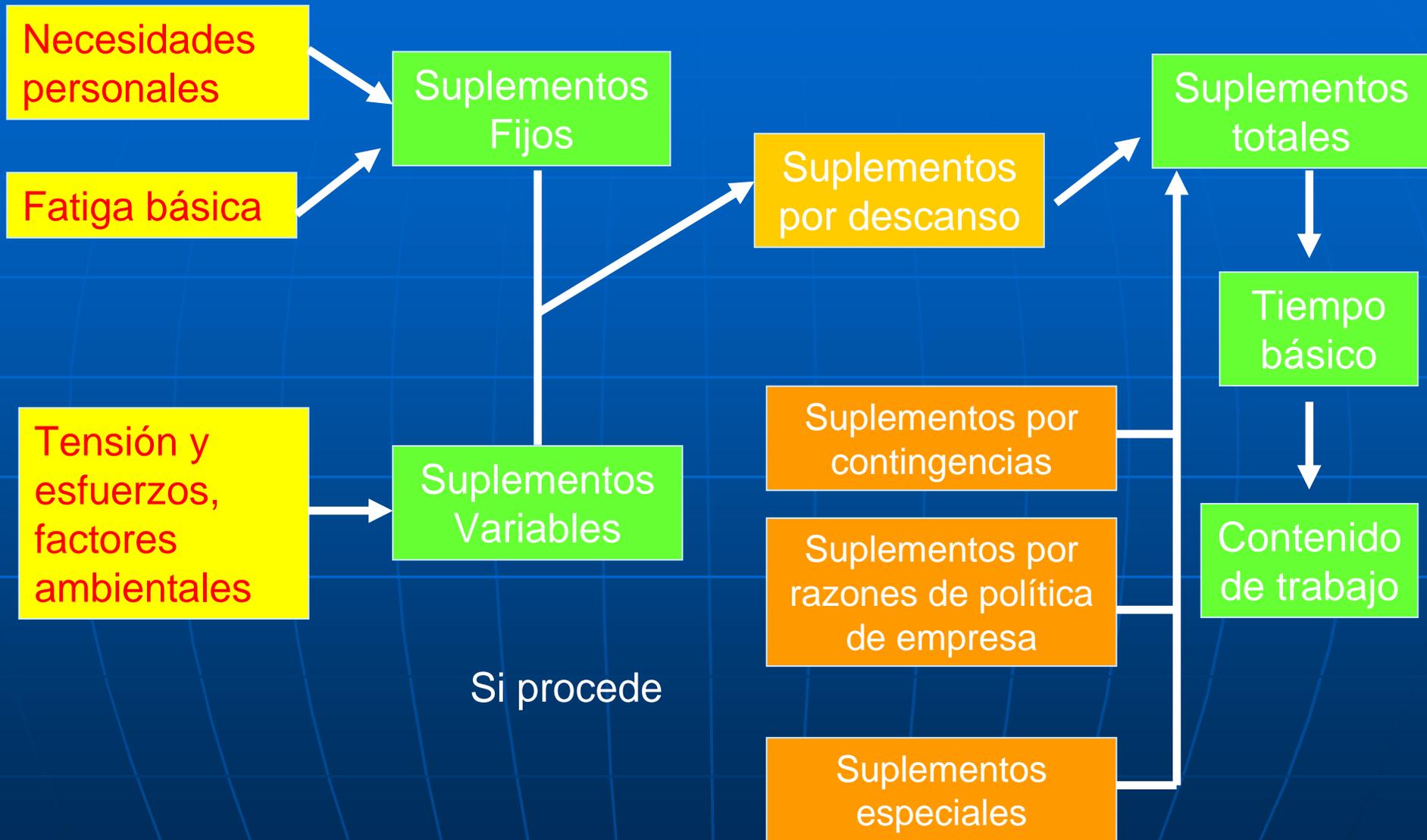
$$T_N = \frac{\sum_{i=1}^N T_{O_i} \times F_{A_i}}{N}$$

## EL CRONOMETRAJE: CÁLCULOS

El tiempo estándar se calcula a partir del tiempo normal pero ponderando la frecuencia o número de veces que se repite el elemento dentro del ciclo y sumándole los suplementos de tiempo correspondientes.

- ✓ Los suplementos son consecuencia de que durante la jornada se producen interrupciones debidas a:
  - Factores relacionados con el individuo. Cada trabajador tiene su propia curva de aprendizaje, necesita diferentes tiempos para recuperarse de la fatiga, su constitución física es diferente, así como sus hábitos de alimentación, etc. Todo ello repercute en su trabajo.
  - Factores relacionados con la naturaleza del trabajo en sí. Las características del trabajo pueden influir en el tiempo necesario para su realización (diferentes posturas, el peso de las piezas, etc).
  - Factores relacionados con el medioambiente. Calor, humedad, iluminación, trabajos en el exterior, etc.

# TIPOS DE SUPLEMENTOS DE TIEMPO



# EL CRONOMETRAJE: CÁLCULOS

Una vez considerados los suplementos de tiempo, retomamos el cálculo de los tiempos estándar.

Designando por :

- $T_s$ : tiempo estándar.
- $S_t$ : suplemento de tiempo expresado en tanto por uno. Un mismo elemento puede tener varios suplementos.

- $\sum_{t=1}^m S_t$  : suma de los  $m$  suplementos aplicables al elemento considerado.

# EL CRONOMETRAJE: CÁLCULOS

Obtenemos:

- $F_t$ : factor de tolerancia por demoras debidas a necesidades personales, fatigas, penosidad del trabajo, defectuosa especificación del mismo, etc.

$$F_t = 1 + \sum_{t=1}^m S_t$$

Teniendo en cuenta la frecuencia  $f$  o número de veces que se repite el elemento dentro del ciclo, se obtiene el tiempo estándar de una operación o elemento.

$$T_S = (T_N + T_N \times \sum_{t=1}^m S_t) \times f = T_N (1 + \sum_{t=1}^m S_t) \times f = T_N \times F_t \times f$$

## EL CRONOMETRAJE: CÁLCULOS

Considerando el número  $p$  de elementos u operaciones del ciclo, el tiempo estándar de dicho ciclo de trabajo resulta de aplicar:

$$T_S(\text{CICLO}) = \sum_{i=1}^p T_{S_i} = \sum_{i=1}^p T_{N_i} \times F_{t_i} \times f_i$$

En el caso de que los suplementos aplicables fueran constantes para todos los elementos del ciclo la fórmula anterior se transformaría en:

$$T_S(\text{CICLO}) = \left( \sum_{i=1}^p T_{N_i} \times f_i \right) \times F_t$$

## EL MUESTREO DE TRABAJO

- ✓ Es una técnica estadística que consiste en efectuar, durante cierto período, gran número de observaciones instantáneas de un grupo de máquinas, procesos o trabajadores.
- ✓ En cada observación se registra lo que ocurre en ese instante; el porcentaje de observaciones correspondiente a determinada actividad o demora da la medida del porcentaje de tiempo durante el cual ocurre ésta.
- ✓ Sus principales aplicaciones son:
  - Cálculo de ratios de demoras o retrasos para el personal o el equipo.
  - Cálculo de un índice de desempeño de los trabajadores con el que realizar evaluaciones periódicas.
  - Determinar tiempos tipo de una tarea.

## DATOS NORMALIZADOS

- ✓ El estudio de tiempos sirve para construir las tablas de tiempos normalizados, en las que se recogen tiempos comunes a muchas tareas. Estas tablas son útiles para conocer los tiempos tipos de nuevos trabajos o cuando se modifiquen las tareas.
- ✓ Esta técnica evita las interrupciones originadas por el estudio de tiempos.
- ✓ Calcula tiempos tipo antes de realizar nuevas tareas.
- ✓ Ahorra costes al no realizar nuevos estudios de tiempos.

## NORMAS DE TIEMPO PREDETERMINADAS (NTPD)

✓ Es una técnica de medición de trabajo en que se utilizan tiempos determinados para los movimientos humanos básicos (clasificados según su naturaleza y las condiciones en que se hacen) a fin de establecer el tiempo requerido por una tarea efectuada según una norma dada de ejecución.

# LA ESTIMACIÓN

- ✓ La estimación no es una técnica de medición propiamente dicha, puesto que consiste en que gracias a los conocimientos y experiencia de un analista experto, éste es capaz de hacer una estimación del tiempo necesario para efectuar una determinada tarea, incluso sin conocerla con todo detalle.
- ✓ Suele emplearse para estimar los tiempos en trabajos no repetitivos, si bien pueden incurrirse en errores de hasta el 20% de diferencia.