TEMA 13. DISEÑO Y MEDIDA DEL TRABAJO: MÉTODOS Y TIEMPOS.

13.1. El Diseño del trabajo y la Productividad.

13.2. Contenido del tiempo invertido en un trabajo.

13.3. El Estudio de Métodos.

- 13.3.1. Las teorías de métodos.
- 13.3.2. Fases en el estudio de métodos.
- 13.3.3. El registro de datos.

13.4. La Medida del Trabajo.

- 13.4.1. Sistemas de medida de tiempos.
- 13.4.2. El cronometraje.
  - 13.4.2.1. El juicio de actividad.
  - 13.4.2.2. Índices para la apreciación de la actividad.
  - 13.4.2.3. Fases en el desarrollo del cronometraje.
  - 13.4.2.4. Coeficiente de reposo.
- 13.4.3. Sistemas de tiempos predeterminados.
  - 13.4.3.1. MTM

Anexo: Ejemplo de cronometraje

13.1. El diseño del trabajo y la productividad.

La productividad puede definirse como la **relación** entre la **producción** obtenida y los **recursos** empleados. Algunos ejemplos elegidos por su simplicidad servirán para aclarar este concepto:

◊ *Si una máquina-herramienta producía 100 piezas por cada día de trabajo y aumenta su producción a 120 piezas en el mismo tiempo gracias al empleo de mejores herramientas de corte, la productividad de esa máquina se habrá incrementado en un 20 %.*

◊ *Si un alfarero producía 30 platos por hora y al adoptar métodos de trabajo más perfeccionados logra producir 40, su productividad habrá aumentado en un 33,33 %.*

Los principales recursos a disposición de una empresa son: terrenos y edificios, materias primas, instalaciones, máquinas y mano de obra. El uso que se hace de todos estos recursos combinados determina la productividad de la empresa.

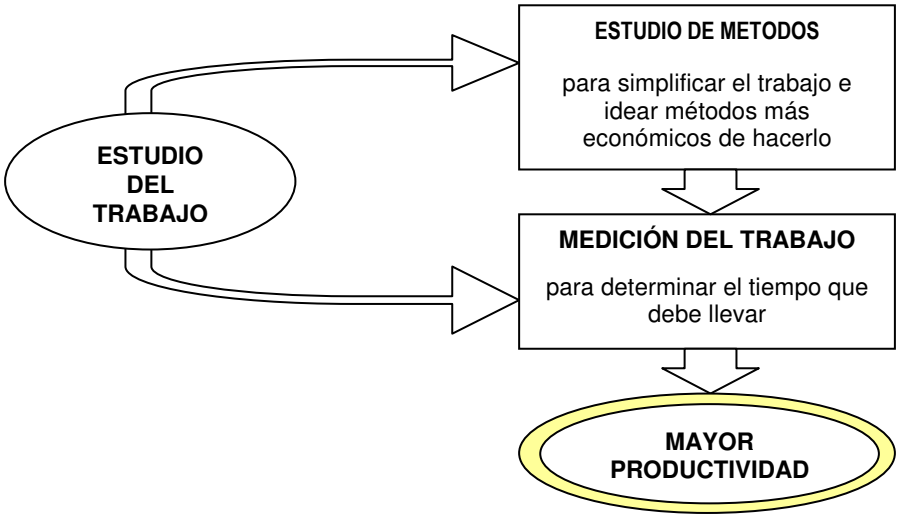
Las variables o dimensiones en las que se puede aumentar la productividad son:

- Trabajo (mano de obra).
- Capital (inversiones en edificios, instalaciones y maquinaria).
- Gestión (diseño, métodos de fabricación, logística, calidad).

En este ámbito de búsqueda de productividad, uno de los medios más eficaces para aumentar la productividad es inventar nuevos procedimientos de fabricación y modernizar la maquinaria y el equipo. Sin embargo, esta solución generalmente exige fuertes desembolsos de capital. En cambio el **estudio del trabajo** tiende a enfocar el problema del aumento de la productividad mediante el análisis sistemático de las operaciones, procedimientos y métodos de trabajo existentes con objeto de mejorar su eficacia. Por lo tanto el estudio del trabajo contribuye a aumentar la productividad recurriendo poco o nada a inversiones suplementarias de capital.

El **estudio del trabajo** se compone, a su vez, de dos conceptos fundamentales: el **estudio de métodos** y la **medida del trabajo.** Ambos están estrechamente ligados entre sí; el estudio de métodos se usa para **reducir el contenido de trabajo** de la tarea u operación mientras que la medida del trabajo sirve sobre todo para investigar y **reducir el tiempo improductivo** y para fijar después las normas de tiempo de la operación cuando se efectúe en la forma perfeccionada ideada gracias al estudio de métodos.

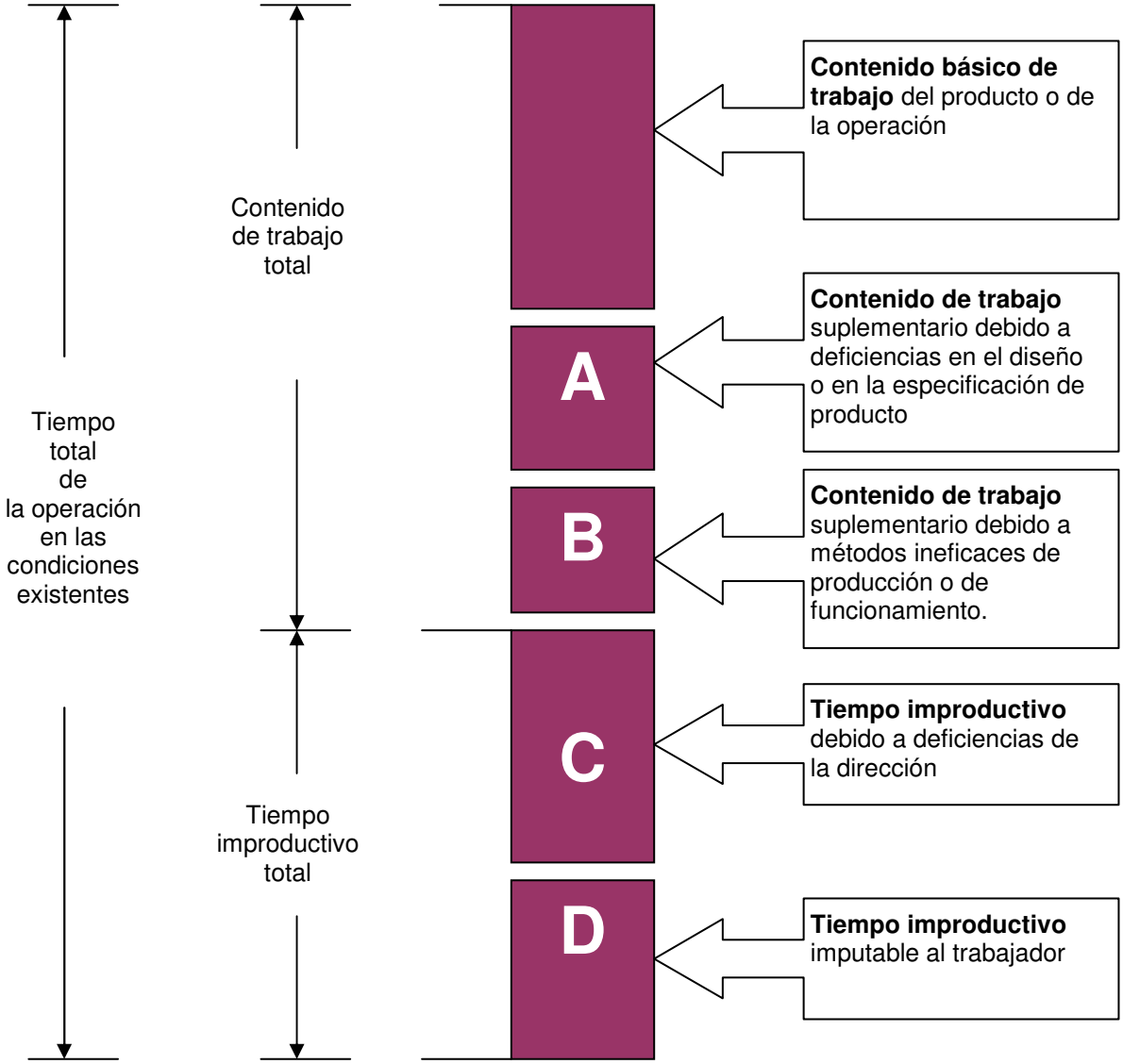
.



13.2. Contenido del tiempo invertido en un trabajo.

Una hora-hombre es el trabajo de un hombre en una hora.
Una hora-máquina es el funcionamiento de una máquina o de parte de una instalación durante una hora.

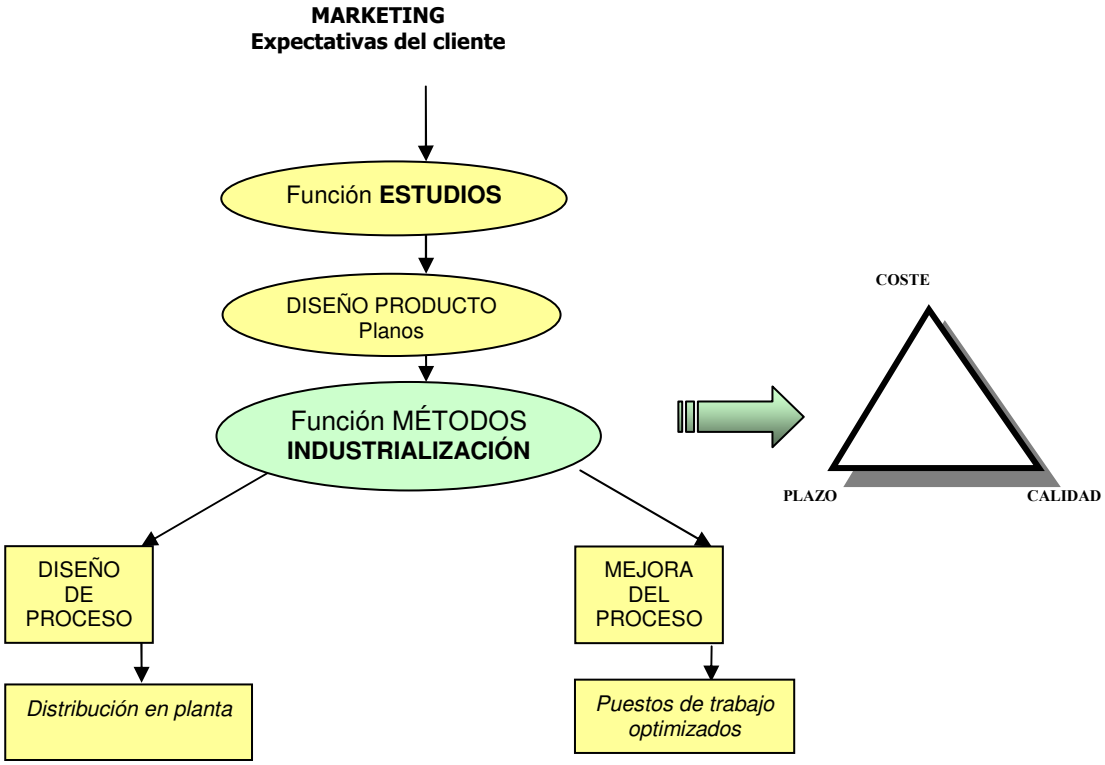
El tiempo invertido por un hombre o por una máquina para llevar a cabo una operación o producir una cantidad determinada de productos puede descomponerse de la manera que se indica gráficamente a continuación:



13.3. El Estudio de Métodos.

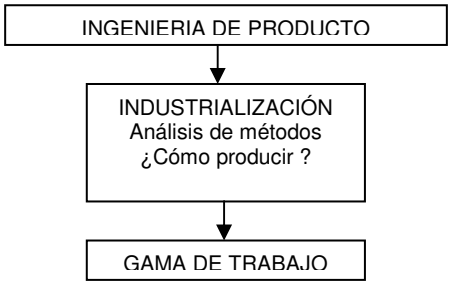
El estudio de métodos es la aplicación de técnicas para determinar el proceso más adecuado para la industrialización de un trabajo sea de la clase que sea. Los objetivos del estudio de métodos son:

- Mejorar los procesos y los procedimientos.
- Mejorar la disposición de la fábrica, taller y lugar de trabajo así como los modelos de máquinas e instalaciones.
- Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.
- Mejorar la utilización de materiales, máquinas y mano de obra.



La aplicación del estudio de métodos puede realizase en dos situaciones:

- Caso 1: industrializar un producto u operación por primera vez (*trabajo en equipo con oficina técnica, técnicas de ingeniería concurrente, productividad a priori*.)



- Caso 2: mejora de métodos de procesos y operaciones ya existentes.



En páginas sucesivas se tratará el estudio de métodos referido al caso 2, sabiendo que todas las técnicas de las que hablemos son perfectamente aplicables para cualquiera de las dos situaciones.

13.3.1. Las teorías de métodos.

Los elementos a tener en cuenta para el estudio de métodos son básicamente de dos tipos. En primer lugar los factores **técnico-físicos**, tales como el contenido de la tarea y el contexto físico que rodea al trabajador. En segundo lugar los factores **socio-psicológicos**, concretamente los sociales (interacciones personales que tienen lugar a causa de la estructura organizativa y de las asignaciones de trabajos) y los intrínsecos (sentimientos psicológicos internos que se originan al desempeñar el trabajo.

El estudio de unos y otros dio lugar a dos enfoques de pensamiento, el de la "gestión científica" (Taylorismo), que aboga por la especialización y una alta subdivisión en tareas elementales, y el "enfoque del comportamiento" (Elton Mayo y seguidores), que tiene en cuenta las necesidades, metas y satisfacciones del factor humano. No obstante, para realizar un correcto diseño del puesto de trabajo se deben considerar ambos factores, de forma que se contemplen tanto las necesidades de la organización como las de los propios trabajadores.

El desarrollo del estudio del trabajo se debe en gran medida a Frederic Winslow Taylor, En 1878 el joven Taylor comenzó a trabajar en la Midvale Steel Company como proyectista, durante su vida obtuvo más de cincuenta patentes de invención referidas a máquinas, herramientas, etc. En 1884, después de haber recorrido todos los escalones jerárquicos, desde aprendiz y simple obrero, llega a ser ingeniero en jefe. Se afilió a la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME) donde asistió a reuniones y conferencias que influyeron en sus ideas. En 1895 comenzó a trabajar en la Bethlehem Steel Company, donde presentó un documento sobre métodos de pago e incentivos a la productividad. En EEUU la desorganización administrativa era tal que el Presidente Theodore Roosevelt (1901-1909) hizo un llamado nacional a la producción y al ahorro. Taylor respondió exponiendo su pensamiento en su libro "The Principles of Scientific Management" (1911), que es una evolución de su obra anterior "Shop Management de 1903". A lo largo de su vida Taylor colaboró con varios precursores del estudio del, entre otros, Henry Gantt y el matrimonio Gilbreth..

13.3.2. Fases del estudio de métodos.

Un estudio de método se hace con arreglo a las siguientes fases:

*A) **Seleccionar el trabajo** a estudiar. Se elegirán trabajos cuyo estudio puede originar ventajas económicas.*

*B) **Registro de datos** relacionados con el trabajo elegido*, para lo que existen técnicas e instrumentos cuya elección dependerá del trabajo a analizar.

*C**) Examen crítico** del **método** actual, haciéndose preguntas sistemáticas.*

1. Propósito	2. Lugar	3. Sucesión	4. Persona	5. Medios
¿Qué se hace? ¿Por qué se hace? ¿Qué otra cosa podría hacerse? ¿Qué debería hacerse?	¿Dónde se hace? ¿Por qué se hace allí? ¿En qué otro lugar podría hacerse? ¿Dónde debería hacerse?	¿Cuándo se hace? ¿Por qué se hace entonces? ¿Cuándo podría hacerse? ¿Cuándo debería hacerse?	¿Quién lo hace? ¿Por qué lo hace esa persona? ¿Qué otra persona podría hacerlo? ¿Quién debería hacerlo?	¿Cómo se hace? ¿Por qué se hace de ese modo? ¿De qué otro modo podría hacerse? ¿Cómo debería hacerse?

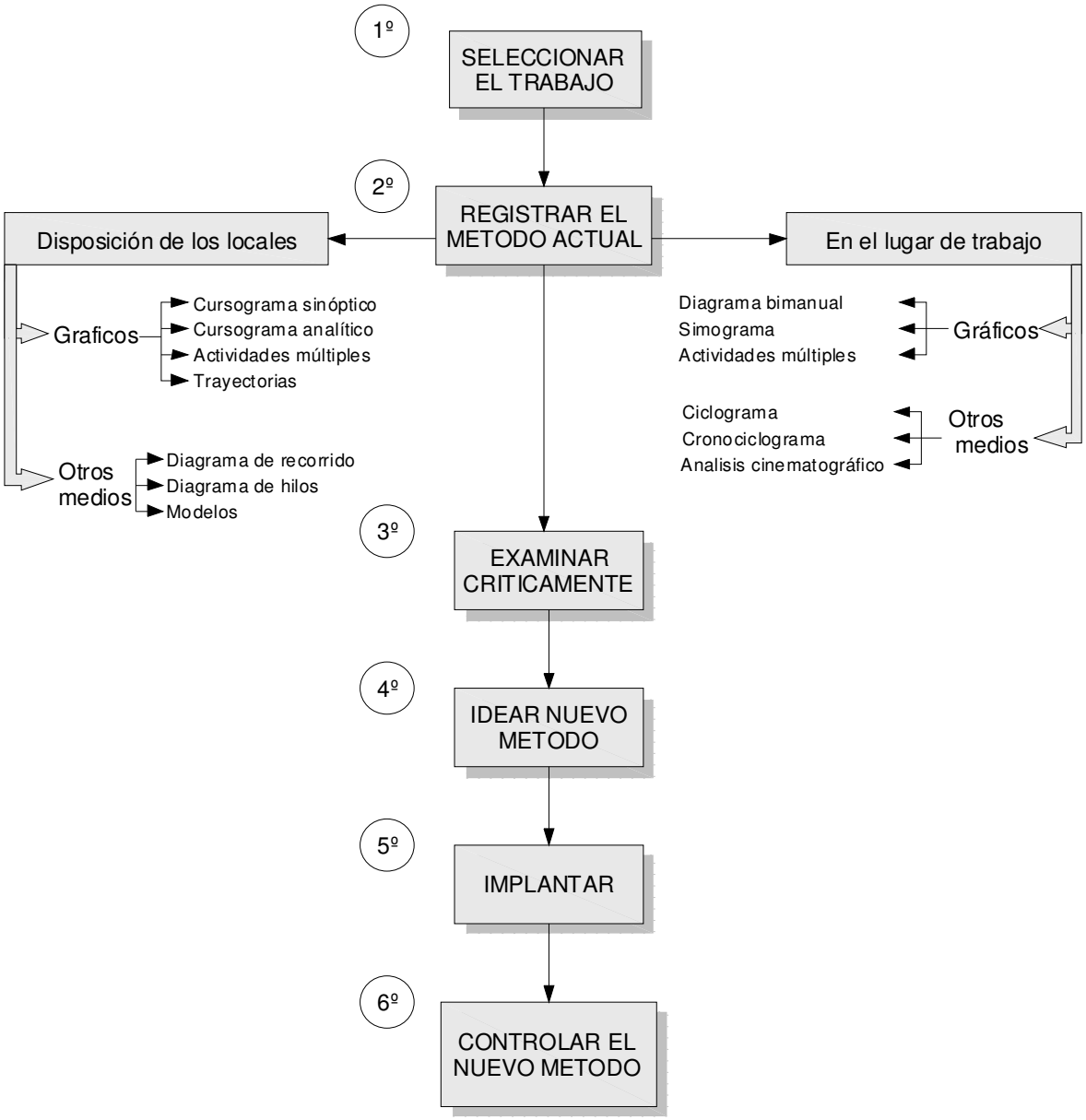
*D) **Idear** el **método más práctico**, **económico** y **eficaz**, teniendo debidamente en cuenta todas las contingencias previsibles.*

*E) **Definir** el **nuevo método** para poderlo reconocer en todo momento (procedimiento, disposición, equipo, materiales, calidad, formación, condiciones de trabajo)*

*F) **Implantar** ese método como práctica normal.*

*G) **Mantener** en **uso** dicha práctica instituyendo **inspecciones regulares**.*

"Esquema de la mejora de Métodos de Trabajo"



13.3.3. El registro de datos.

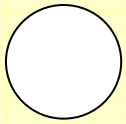
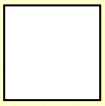
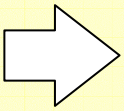
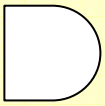
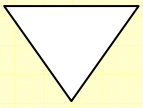
Para llevar a cabo la segunda fase del estudio de métodos existen diversos tipos de instrumentos de registro de datos; a continuación se muestra una clasificación y ejemplos de algunos de ellos:

GRÁFICOS O DIAGRAMAS	Indican la sucesión de los hechos sin reproducirlos a escala	• Diagrama del proceso. • Cursograma sinóptico del proceso. • Cursograma analítico (del operario, del material y del equipo o maquinaria) • Diagrama bimanual
	Sucesión con escala de tiempo	• Gráfico de actividades múltiples. • Simograma
	Indican movimiento	• Diagrama de recorrido • Diagrama de hilos • Ciclograma • Gráfico de trayectorias

Se ha convenido que todas las actividades que pueden intervenir en un proceso de trabajo pueden reducirse fundamentalmente a cinco clases de acciones:

Acción
Operación
Inspección
Transporte
Espera
Almacenamiento

Para cada una de estas acciones existe un símbolo convencional normalizado, de acuerdo con la propuesta del Comité Especial ASME de Normalización de Diagramas de Proceso, que se representa a continuación:

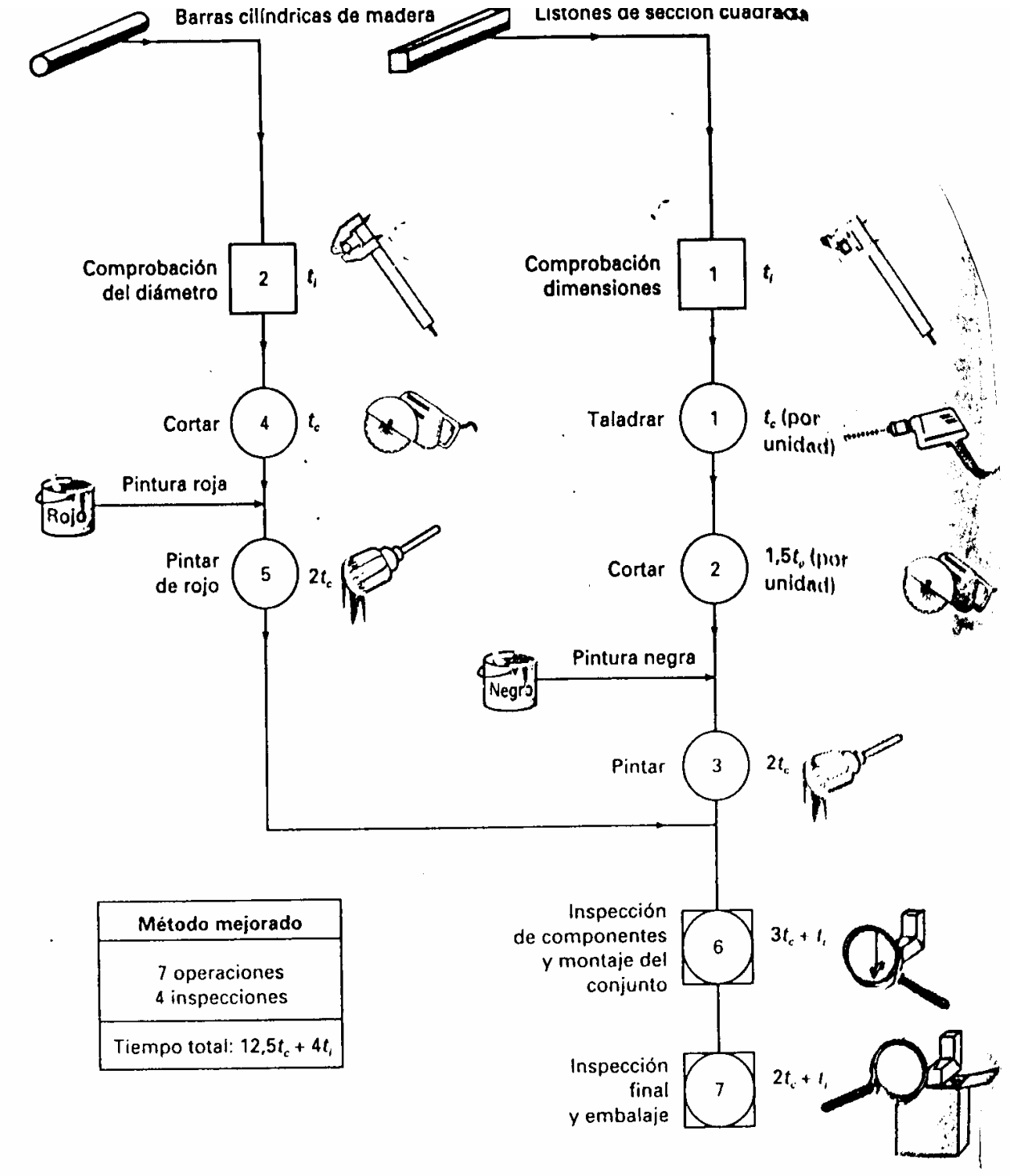
Símbolo	Descripción
	Se dice que hay **operación** cuando se modifican intencionadamente cualesquiera características físicas o químicas de un objeto, cuando éste se monta o se desmonta con relación a otro objeto o se prepara para una operación subsiguiente, como el transporte, la inspección o el almacenamiento. También existe una operación cuando se facilita o recibe información o se hacen cálculos o planes.
	Se dice que hay **inspección** cuando un objeto es examinado para fines de identificación o para comprobar la cantidad o calidad de cualquiera de sus propiedades. La inspección no contribuye a la conversión del material en producto acabado.
	Hay **transporte** cuando un objeto es trasladado de un lugar a otro, salvo cuando el traslado forme parte de una operación o sea efectuado por los operarios en su puesto de trabajo en el curso de una operación o inspección.
	Hay **espera** con relación a un objeto cuando las condiciones (salvo las que modifican intencionadamente las características químicas o físicas del producto) no permiten o requieren la ejecución de la acción siguiente prevista. La espera también se denomina demora y almacenamiento temporal. Sucede, por ejemplo, cuando el trabajo se amontona en el suelo de un taller entre una y otra operación, hay cajas en espera de ser empaquetadas, piezas que aguardan ser colocadas en su depósito, ...
	Existe **almacenamiento** cuando un objeto es guardado y protegido contra el traslado no autorizado del mismo. La diferencia entre almacenamiento y espera consiste en que para sacar un artículo que esté almacenado se necesita una petición y un registro de salida (físico o informático) que no es necesario cuando se trata de almacenamiento temporal.

13.3.3.1. Ejemplos de registro de datos

Cursograma sinóptico del proceso.

El cursograma sinóptico es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden las **principales** operaciones e inspecciones. Es útil para ver de una sola ojeada la totalidad del proceso.

En el ejemplo siguiente se recogen las principales operaciones e inspecciones de un proceso de fabricación de una escalera de madera. Se recogen también los tiempos.



Cursograma analítico.

Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando **todas** las acciones mediante su símbolo. Puede ser de operario, material o maquinaria. Tiene un resumen de acciones y se puede comparar con un método mejorado.

A continuación se presenta el diagrama de recorrido de un departamento de recepción de materiales en una fábrica de aviones. Este cursograma se complementa con el diagrama de recorrido de la página siguiente.

CURSOGRAMA ANALITICO — ~~OPERARIO~~/MATERIAL/~~EQUIPO~~

DIAGRAMA núm. 3 — HOJA núm. 1

Objeto: Cajón de piezas BX 487 (10 por cajón, en cajas de cartón)

ACTIVIDAD: Recibir, comprobar, inspeccionar y numerar piezas; almacenarlas en cajones

METODO: ACTUAL/~~PROPUESTO~~

LUGAR: Departamento de recepción

OPERARIO(S): FICHA núm. Véase columna de observaciones

COMPUESTO POR: FECHA:

APROBADO POR: FECHA:

RESUMEN

ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMIA
OPERACION ○	2		
TRANSPORTE ⇨	11		
ESPERA D	7		
INSPECCION □	2		
ALMACENAMIENTO ▽	1		
DISTANCIA (metros)	56,2		
TIEMPO (horas-hombre)	1,96		
COSTO por cajón			
MANO DE OBRA	$ 10,19		
MATERIAL	–		
TOTAL...	$ 10,19		

DESCRIPCION	CANTIDAD 1 caja	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min.)	SIMBOLO ○	⇨	D	□	▽	OBSERVACIONES
Sacado de camión; colocado en plano inclinado		1,2							2 peones
Deslizado por plano inclinado		6	10						2 »
Deslizado hasta almacén y apilado		6							2 »
Espera hasta apertura		—	30						
Cajón bajado		—							
Destapado; nota de entrega sacada		—	5						2 »
Cajón colocado en carretilla		1							
Acarreado hasta banco de recepción		9	5						2 »
Espera hasta descarga de carretilla		—	10						
Cajón colocado en banco		1	2						2 »
Cajas cartón extraídas, abiertas; contenido verificado, colocado de nuevo		—	15						Encargado almacén
Cajón cargado en carretilla		1	2						2 peones
Demora en espera de traslado		—	5						
Cajón acarreado a banco de inspección		16,5	10						1 peón
Espera hasta inspección		—	10						Cajón en carretilla
Piezas extraídas de cajón y cajas, cotejadas con diseño, embaladas de nuevo		1	20						Inspector
Espera del carretillero		–	5						Cajón en carretilla
Cajón acarreado a banco de numeración		9	5						1 operario
Espera para ser numerado		—	15						Cajón en carretilla
Piezas extraídas de cajón y cajas, numeradas y embaladas de nuevo		—	15						Peón de almacén
Espera del carretillero		—	5						Cajón en carretilla
Cajón llevado al lugar de distribución		4,5	5						1 peón
Puesto en depósito									
TOTAL...		56,2	174	2	11	7	2	1	

Diagrama de recorrido.

Es un diagrama que presenta un plano de la zona de trabajo, muestra la posición de las máquinas y los puestos de trabajo. A partir de observaciones in situ se trazan los movimientos del producto o de sus componentes, utilizando los símbolos de las acciones (operación, transporte, inspección, espera) que también pueden recogerse en un cursograma analítico.

A continuación se presenta el diagrama de recorrido de un departamento de recepción de materiales en una fábrica de aviones. El método es claramente mejorable, reubicando las operaciones y reduciendo los recorridos.

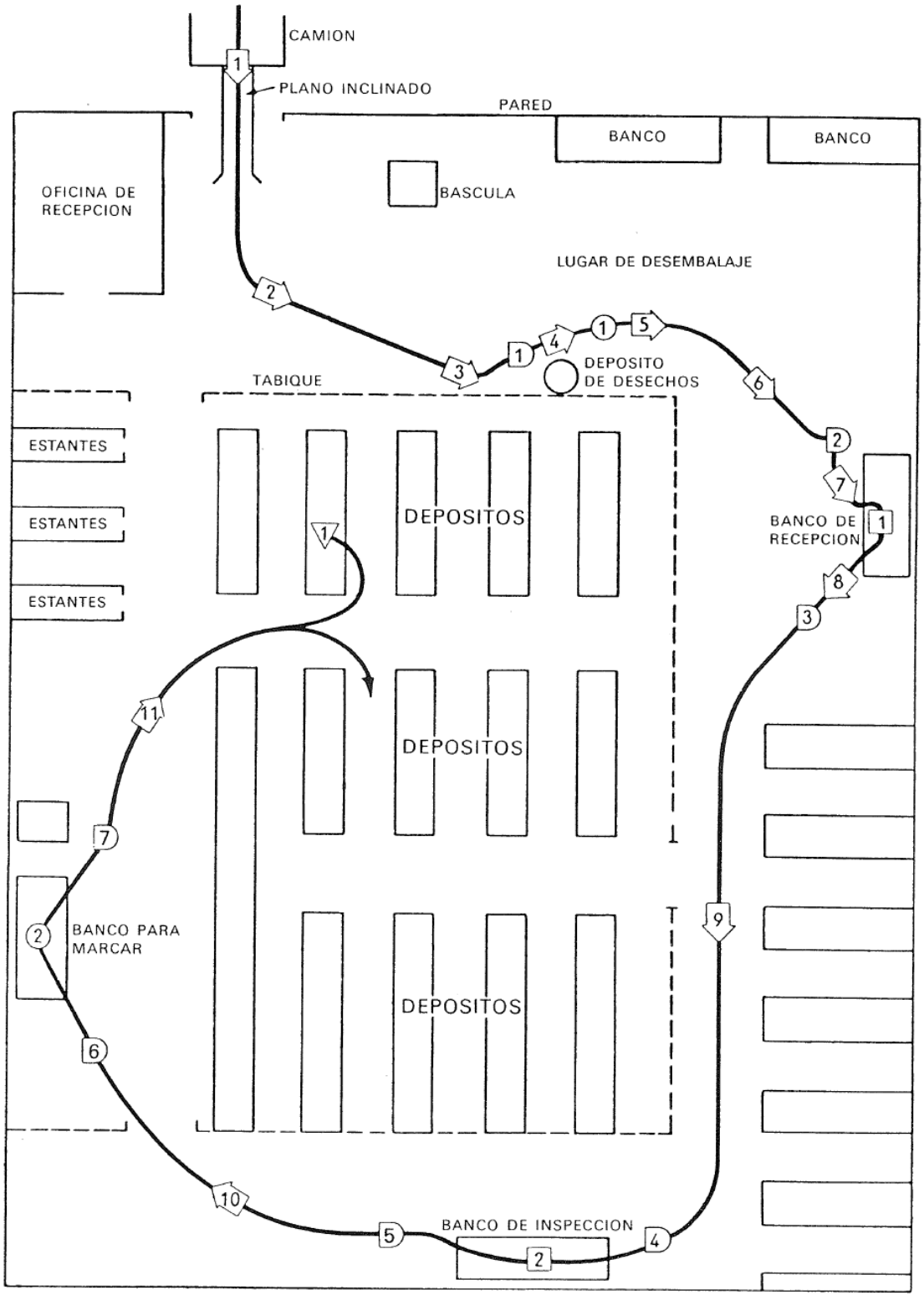


Diagrama de actividades múltiples.

Es un diagrama en el que se registran las respectivas actividades de varios objetos de estudio (operario, maquinaria) según una escala de tiempos. Tiene un resumen de acciones y se puede comparar con un método mejorado.

A continuación se presenta el diagrama de actividades múltiples para un operario y una máquina (fresadora vertical) que da un acabado final a la cara de una pieza de acero fundido. Observar el tiempo de ciclo de 2 minutos y comparar con el método mejorado de la página siguiente.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES

DIAGRAMA núm. *8* — HOJA núm. *1*

PRODUCTO: *Pieza de fundición B. 239* — PLANO núm. *B. 239/1*

PROCESO: *Fresado segunda cara*

MAQUINA(S): *Fresadora vertical Cincinnati núm. 4* — VELOCIDAD *80 r/min.* — AVANCE *38 cm/min.*

OPERARIO: — FICHA núm. *1234*

COMPUESTO POR: — FECHA:

R E S U M E N

	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMIA
TIEMPO DEL CICLO	(minutos)		
Operario	*2,0*		
Máquina	*2,0*		
TIEMPO DE TRABAJO			
Operario	*1,2*		
Máquina	*0,8*		
TIEMPO INACTIVO			
Operario	*0,8*		
Máquina	*1,2*		
UTILIZACION			
Operario	*60%*		
Máquina	*40%*		

TIEMPO (minutos)	OPERARIO	MAQUINA	TIEMPO (minutos)
0,2	*Saca pieza terminada. Limpia con aire comprimido*		0,2
0,4	*Calibra profundidad en placa*		0,4
0,6	*Desbasta borde con lima. Limpia con aire comprimido*	*Inactiva*	0,6
0,8	*Coloca en caja piezas acabadas. Recoge otra pieza*		0,8
1,0	*Limpia la máquina con aire comprimido*		1,0
1,2	*Coloca pieza en soporte. Pone en marcha la máquina y el autoavance*		1,2
1,4			1,4
1,6	*Inactivo*	*Trabajando. Fresado segunda cara*	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

Método mejorado, en el cuadro resumen se observa una reducción del tiempo de ciclo a 1,4 minutos y un aumento de productividad de un 23% en el operario y un 19% en la máquina.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES

DIAGRAMA núm. *9* — HOJA núm. *1*

PRODUCTO: *Pieza de fundición B. 239* — PLANO núm. *B. 239/1*

PROCESO: *Fresado segunda cara*

MAQUINA(S): *Fresadora vertical Cincinnati núm. 4* — VELOCIDAD *80* r/min. — AVANCE *38* cm/min.

OPERARIO: — FICHA núm. *1234*

COMPUESTO POR: — FECHA:

R E S U M E N

	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMIA
TIEMPO DEL CICLO			
Hombre	*2,0*	*1,36*	*0,64*
Máquina	*2,0*	*1,36*	*0,64*
TIEMPO DE TRABAJO			
Hombre	*1,2*	*1,12*	*0,08*
Máquina	*0,8*	*0,8*	—
TIEMPO INACTIVO			
Hombre	*0,8*	*0,24*	*0,56*
Máquina	*1,2*	*0,56*	*0,64*
UTILIZACION			*Mejora*
Hombre	*60%*	*83%*	*23%*
Máquina	*40%*	*59%*	*19%*

TIEMPO (minutos)	OPERARIO	MAQUINA	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*	0,4
0,6			0,6
0,8	*Desbarba borde con lima; limpia con aire comprimido*		0,8
1,0	*Calibra profundidad en placa* / *Coloca pieza en cajón piezas acabadas; recoge otra pieza y la deposita cerca de máquina*	*Trabajando* *Fresado segunda cara*	1,0
1,2			1,2
1,4	*Inactivo*		1,4
1,6			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

Diagrama bimanual.

Es una variedad de cursograma (sin base de tiempos) donde se registra la actividad de las manos del operario indicando la relación entre ellas.

A continuación se presenta el diagrama bimanual de una operación muy sencilla: corte mediante una lima de tubos de vidrio en trozos de una determinada medida, con ayuda de una plantilla.

DIAGRAMA BIMANUAL

DIAGRAMA núm. *1* HOJA núm. *1*

DIBUJO Y PIEZA: *Tubo de vidrio de 3 mm diám. y 1 m long.*

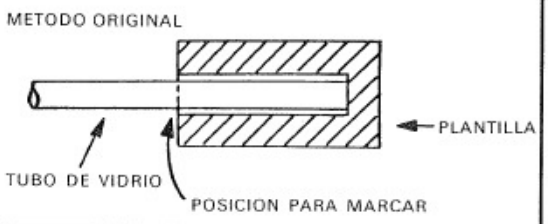
OPERACION: *Cortar trozos de 1.5 cm*

LUGAR: *Talleres generales*

OPERARIO:

COMPUESTO POR: FECHA:

DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO



DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	⇨	D	▽	○	⇨	D	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
Sostiene tubo									*Recoge lima*
Hasta plantilla									*Sostiene lima*
Mete tubo en plantilla									*Lleva lima hasta tubo*
Empuja hasta fondo									*Sostiene lima*
Sostiene tubo									*Muesca tubo con lima*
Retira un poco tubo									*Sostiene lima*
Hace girar tubo 120°/180°									*Sostiene lima*
Empuja hasta fondo									*Acerca lima a tubo*
Sostiene tubo									*Muesca tubo*
Retira tubo									*Pone lima en mesa*
Pasa tubo a la der.									*Va hasta tubo*
Dobla tubo para partirlo									*Dobla tubo*
Sostiene tubo									*Suelta trozo cortado*
Corre a otra parte de tubo									*Va hasta lima*

METODO	RESUMEN			
	ACTUAL		PROPUESTO	
	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.
Operaciones	*8*	*5*		
Transportes	*2*	*5*		
Esperas	–	–		
Sostenim.	*4*	*4*		
Inspecciones	–	–		
Totales	*14*	*14*		

El método anterior **mejorado** gracias a la modificación de la plantilla, observar reducción de operaciones.

DIAGRAMA BIMANUAL

DIAGRAMA núm. 2 HOJA núm. 1

DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO

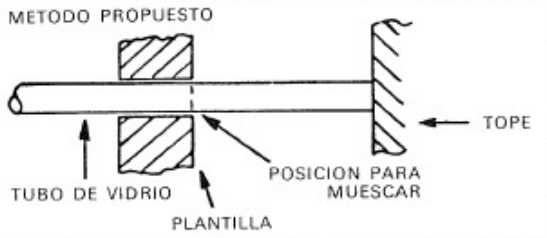
DIBUJO Y PIEZA: *Tubo de vidrio de 3 mm diám. y 1 m long.*

OPERACION: *Cortar trozos de 1,5 cm*

LUGAR: *Talleres generales*

OPERARIO:

COMPUESTO POR: FECHA:



DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	⇨	D	▽	○	⇨	D	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
Mete tubo hasta tope									*Sostiene lima*
Hace girar tubo									*Muesca tubo con lima*
Sostiene tubo									*Golpea tubo con lima: trozo cae en caja*

	RESUMEN			
	ACTUAL		PROPUESTO	
METODO	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.
Operaciones	8	5	2	2
Transportes	2	5	–	–
Esperas	–	–	–	–
Sostenim.	4	4	1	1
Inspecciones	–	–	–	–
Totales	14	14	3	3

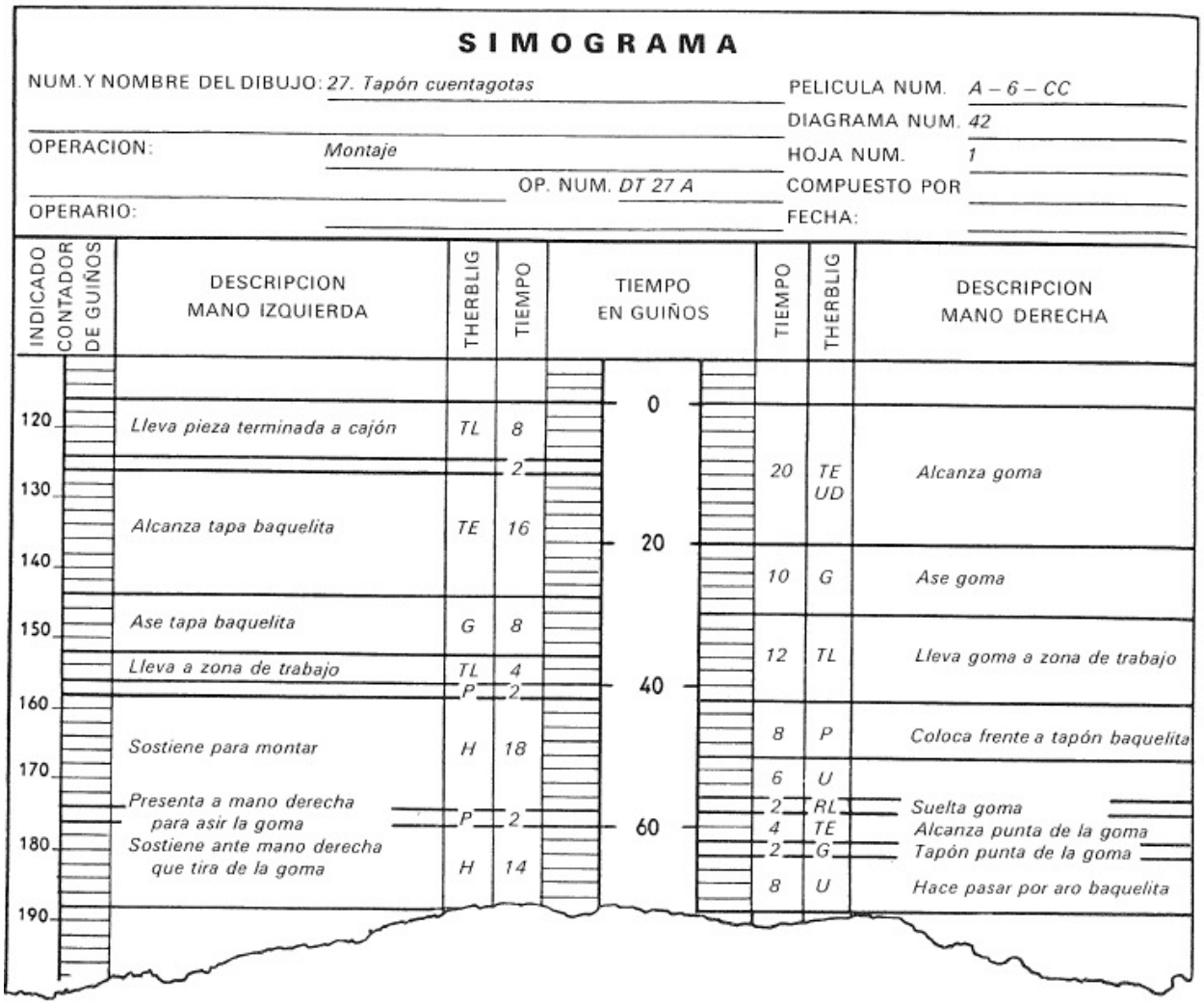
Diagrama de movimientos simultáneos o Simograma.

Es un diagrama, donde se registran los therbligs referentes a diversas partes del cuerpo o grupos de therbligs de varios trabajadores. Puede estar basado en una filmación de video.

Los therbligs se deben a Frank B. Gilberth, que distinguió 17 movimientos fundamentales de las manos y de la mirada: Buscar, encontrar, seleccionar, asir, sostener, transportar carga…….

Se puede representar una escala de tiempos que se basa en el guiño, siendo un guiño=1/2000 de minuto.

A continuación se presenta el simograma bimanual en el que se representan los therbligs con una escala de tiempo en guiños.



SIMOGRAMA

NUM.Y NOMBRE DEL DIBUJO: *27. Tapón cuentagotas* — PELICULA NUM. *A – 6 – CC*

DIAGRAMA NUM. *42*

OPERACION: *Montaje* — HOJA NUM. *1*

OP. NUM. *DT 27 A* — COMPUESTO POR

OPERARIO: — FECHA:

INDICADO CONTADOR DE GUIÑOS	DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	THERBLIG	TIEMPO	TIEMPO EN GUIÑOS	TIEMPO	THERBLIG	DESCRIPCION MANO DERECHA
				0			
120	*Lleva pieza terminada a cajón*	*TL*	*8*				
			2		*20*	*TE UD*	*Alcanza goma*
130	*Alcanza tapa baquelita*	*TE*	*16*				
				20			
140					*10*	*G*	*Ase goma*
150	*Ase tapa baquelita*	*G*	*8*				
	Lleva a zona de trabajo	*TL*	*4*		*12*	*TL*	*Lleva goma a zona de trabajo*
160		*P*	*2*	40			
	Sostiene para montar	*H*	*18*		*8*	*P*	*Coloca frente a tapón baquelita*
170					*6*	*U*	
	Presenta a mano derecha para asir la goma	*P*	*2*		*2*	*RL*	*Suelta goma*
				60	*4*	*TE*	*Alcanza punta de la goma*
180	*Sostiene ante mano derecha que tira de la goma*	*H*	*14*		*2*	*G*	*Tapón punta de la goma*
					8	*U*	*Hace pasar por aro baquelita*
190							

3.4. La medida del trabajo.

La Organización Internacional del Trabajo (O.I.T) establece que la medición del trabajo en la industria es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador cualificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

El conocimiento de los tiempos necesarios para cada operación en un sistema de producción es fundamental, en el terreno de la organización industrial, como elemento de gestión; se aplican fundamentalmente para:

- Determinar el precio de coste de fabricación
- Cálculo de efectivos
- Reparto y equilibrado de tareas
- Determinación de la capacidad de producción de máquinas e instalaciones
- Establecimiento del programa de producción del taller
- Estudio de implantaciones
- Estudio para eliminación de tiempos improductivos
- Valoración de economías posibles en las mejoras de métodos
- Cálculo de niveles de productividad
- Cálculo de rendimientos
- Aplicación de fórmulas de incentivos en la remuneración basadas en la productividad

Los tiempos de trabajo se pueden referir a:

- Trabajo manual individual
- Trabajo de la máquina
- Trabajo del conjunto hombre-máquina
- Trabajo manual en equipo

Sistemas de medida de tiempos.

Existen cuatro procedimientos fundamentales para la medida de tiempos:

- Cronometraje
- Sistemas de tiempos predeterminados
- Muestreo del trabajo.
- Datos tipo / estándar de tiempos

Estudiaremos los dos primeros a continuación:

13.4.1. El cronometraje.

Fundamentos:

- División del trabajo en fases elementales, estableciendo puntos de corte precisos.
- Medida de cada fase corrigiendo el tiempo por un juicio de actividad.
- Conversión de tiempos observados en tiempos básicos.
- Determinación de suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.

Para cronometrar es necesario establecer unidades de tiempo, las más utilizadas son el segundo, la centésima de segundo, la cienmilésima de hora (la MTU del método MTM), la centésima de minuto o el guiño (therbligh) que es 1/2000 min.

13.4.1.1. El juicio de actividad.

La organización se aplica para estabilizar todos los factores del trabajo: producto, máquinas, útiles, método de ejecución ... , a fin de evitar irregularidades y obtener un ciclo de trabajo corto y constante. Sin embargo, existe un factor imposible de estabilizar completamente: el propio operario, que ejecuta su tarea con su propio ritmo que depende de su personalidad física y psíquica y que no puede ser perturbada. De este modo, el cronometraje de un operario particularmente hábil y rápido daría un tiempo reducido que no podría ser respetado por un obrero menos hábil y de ritmo más lento; al contrario, el cronometraje de un obrero lento daría un tiempo anormalmente dilatado.

Para establecer un tiempo manual incontestable, es necesario buscar un ejecutante, generalmente ficticio, que represente al operario "medio"; esto se logra ponderando con un factor de ***actividad*** cada fase ejecutada por un operario convenientemente adiestrado. Esta ***actividad*** determina la eficacia de los movimientos del operario basándose en tres factores:

- ***Método de trabajo***: la utilización más o menos racional de los movimientos.
- ***Precisión***: la mayor o menor seguridad en los movimientos de la mano.
- ***Rapidez***: la velocidad de ejecución de los movimientos.

Cada tiempo cronometrado será llevado a una actividad de referencia que no será arbitraria: esta debe corresponder a "la actividad que tendría en el desarrollo de su tarea, sin afectar a su salud y durante la jornada de trabajo, un ejecutante empleando todo su potencial de actividad y tomando el reposo compensador acordado en función del esfuerzo necesario, en las condiciones de ambiente en las que se encuentra"[1].

Se acepta como actividad normal la que desarrolla una persona andando a una velocidad de 5 km/h en línea recta, sin carga, suelo firme, con pasos de 0,75 m, ambiente a 13º C con una higrometría de 60%.

Un cronometrador convenientemente adiestrado y con experiencia en el trabajo es capaz de apreciar la actividad de una operación con un error de ± 5%.

13.4.1.2. Índices para la apreciación de la actividad.

Existen diferentes escalas de actividad, a continuación se puede ver la comparación de actividades según una tabla de la Asociación Española de MTM:

TABLA DE COMPARACION DE ACTIVIDADES DE SISTEMAS INTERNACIONALES DE MEDIDA DEL TRABAJO

REFA	BASIC WORK FACTOR	MTM	BSI (75-100)	BEDAUX (60-80)	CENTESIMAL (100-133)	
94.5	80.0	90.0	75.0	60.0	100.0	Actividad normal
100.0	84.6	95.2	79.4	63.5	105.8	
105.0	88.9	100.0	83.3	66.7	111.1	
118.1	100.0	112.5	93.8	75.0	125.0	
126.0	106.7	120.0	100.0	80.0	133.3	Actividad óptima
157.5	133.3	150.0	125.0	100.0	166.7	Actividad máxima teórica

[1] Definición adoptada por la BTE (Bureau des Temps Elementaires).

Una vez que hemos elegido la escala de actividad, debemos corregir los tiempos observados con la actividad de referencia (normal u óptima según la empresa). Para ello, debemos distinguir los diferentes conceptos de tiempos:

- *Tiempo observado: Es el tiempo real transcurrido en las diversas fases del trabajo. En nuestro caso sería la fila superior de la hoja anterior*

- *Tiempo elegido: Es el tiempo real observado, seleccionado estadísticamente de acuerdo con la actividad, asimismo seleccionada. Esta selección se realiza por el método de Gauss u otros.*

- *Tiempo corregido: Es el tiempo elegido, corregido en función de la actividad desarrollada y la actividad de referencia (normal u óptima, por ejemplo, con escala 75/100 se suele corregir a actividad 100).*

13.4.1.3. Fases en el desarrollo del cronometraje.

1. Toma de datos en el puesto de trabajo:

- División del trabajo en fases elementales.
- Toma de tiempos de cada operación elemental.
- Apreciación de la actividad para cada fase elemental.
- Registro en la hoja de anotación de datos.

Para el registro de tiempos y actividades se puede utilizar una hoja como la siguiente:

ESTUDIO DE TIEMPOS

DEPARTAMENTO:		ESTUDIO núm.
OPERACION:	Estudio de métodos núm.	HOJA núm. de
INSTALACION/MAQUINA:	Núm.	TERMINO:
		COMIENZO:
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES:		TIEMPO TRANSC.:
		OPERARIO:
		FICHA núm.
PRODUCTO/PIEZA:	Núm.	OBSERVADO POR:
PLANO núm.	MATERIAL:	FECHA:
CALIDAD:		COMPROBADO:

NOTA: Croquis de LUGAR DE TRABAJO/ MONTAJE/PIEZA al dorso o en hoja aparte adjunta

DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.

Nota: V. = Valoración. C. = Cronometraje. T.R. = Tiempo restado. T.B. = Tiempo básico.

2. Análisis y recuento de datos en Oficina:

Con los datos de la hoja anterior se calculan el tiempo medio y la actividad media:

$$tiempo\ medio:$$

$$t_m = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i}{n}$$

$$actividad\ media:$$

$$a_m = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i * a_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i}$$

siendo,

n = nº de tomas
t_i = tiempo de la operación elemental en la toma i-ésima
t_m = tiempo medio de la operación elemental
a_m = actividad media de la operación elemental

3. Determinación del tiempo corregido o admitido:

$$t_{normal} = t_{medio} * (A_{media} / A_{normal})$$

$$t_{óptimo} = t_{medio} * (A_{media} / A_{óptima})$$

$$t_{admitido} = t_{normal\ u\ óptimo} * Coeficiente\ Reposo$$

4. Redacción de la hoja de análisis:

Teniendo en cuenta los tiempos normales u óptimos (dependiendo del sistema de tiempos empleado por la empresa), se establece la hoja de análisis para cada operación. En ella figuran:

- t_N , t_O según el caso;
- frecuencias;
- coeficiente de reposo;
- cantidad de piezas/hora.

En esta hoja se llega al **tiempo de pago**. Lo veremos en un ejemplo.

13.4.1.4. Coeficiente de reposo.

Coeficiente mayorador del tiempo cronometrado para cada fase elemental, de modo que el operario pueda recuperar la fatiga generada por el trabajo.

La valoración de la fatiga se hace a través de cinco criterios fundamentales:

- Necesidades fisiológicas
- Fatiga física, que depende de la postura y el esfuerzo que se realiza.
- Fatiga mental
- Monotonía
- Condiciones ambientales

Los coeficiente de reposo tienen dos partes: suplementos fijos y variables. Los fijos que engloban las necesidades fisiológicas, entre un 5% y un 7% del tiempo básico y la fatiga básica (física y mental) que suelen ser un 4% del tiempo básico. Los suplementos variables se añaden cuando las condiciones de trabajo difieren mucho de las normales: uso de fuerza, tensión visual, mental o auditiva, monotonía, calidad del aire, iluminación excesivo calor, etc…, su valor se obtiene por tablas.

Coeficiente de reposo base		
	Necesidades fisiológicas.	Valor fijo (5%-7%)
	Fatiga física básica y mental	Valor fijo 4%
Suplementos variables		
	Mental, monotonía, tensión	Obtención por tablas
	Fatiga, esfuerzo	
	Condiciones ambientales	

Ejemplo: *Supongamos una hoja de anotación de tiempos donde se han tomado tiempos y estimado actividades para 19 ciclos de una serie de tareas repetitivas de 1 a 7:*

1. *Aprovisionamiento de piezas (lotes de 10 piezas)*
2. *Coger pieza*
3. *Limar rebaba*
4. *Dar vuelta a pieza*
5. *Limar rebaba (es la misma que 3)*
6. *Dejar pieza*
7. *Contar piezas (se cuentan cuando se han completado 10 lotes: 100 piezas)*

XXX				Cronometrado por: xxxxxxxxx				Fecha:		9/5/98	
				OPERACIÓN:	**Limar rebabas en pieza nº 3345**						
OPERACIÓN		**C**	**V**	**OPERACIÓN**		**C**	**V**	**OPERACIÓN**		**C**	**V**
1	Aprov. piezas	40	110	4	Dar vuelta	12	110	6	Dejar pieza	12	100
2	Coger pieza	22	120	5	Limar rebaba	13	120	2	Coger pieza	25	90
3	Limar rebaba	13	120	6	Dejar pieza	9	110	3	Limar rebaba	13	110
4	Dar vuelta	11	100	2	Coger pieza	24	100	4	Dar vuelta	12	100
5	Limar rebaba	13	110	3	Limar rebaba	13	130	5	Limar rebaba	13	110
6	Dejar pieza	9	100	4	Dar vuelta	13	90	6	Dejar pieza	8	130
2	Coger pieza	25	100	5	Limar rebaba	13	120	2	Coger pieza	22	120
3	Limar rebaba	13	120	6	Dejar pieza	10	100	3	Limar rebaba	23	100
4	Dar vuelta	12	90	2	Coger pieza	25	80	4	Dar vuelta	13	110
5	Limar rebaba	13	110	3	Limar rebaba	12	130	5	Limar rebaba	11	120
6	Dejar pieza	10	100	4	Dar vuelta	12	100	6	Dejar pieza	13	90
2	Coger pieza	25	110	5	Limar rebaba	13	130	7	Contar (100 piezas)	66	120
3	Limar rebaba	13	120	6	Dejar pieza	11	80	2	Coger pieza	28	80
4	Dar vuelta	13	80	2	Coger pieza	25	90	3	Limar rebaba	13	110
5	Limar rebaba	13	110	3	Limar rebaba	13	90	4	Dar vuelta	11	120
6	Dejar pieza	8	130	4	Dar vuelta	11	110	5	Limar rebaba	13	110
2	Coger pieza	24	100	5	Limar rebaba	13	120	6	Dejar pieza	9	120
3	Limar rebaba	13	120	6	Dejar pieza	10	110	2	Coger pieza	25	90
4	Dar vuelta	11	110	1	Aprov. piezas	51	80	3	Limar rebaba	13	100
5	Limar rebaba	13	110	2	Coger pieza	26	90	4	Dar vuelta	11	120
6	Dejar pieza	8	130	3	Limar rebaba	13	100	5	Limar rebaba	13	110
2	Coger pieza	24	100	4	Dar vuelta	10	130	6	Dejar pieza	9	130
3	Limar rebaba	13	120	5	Limar rebaba	13	110	2	Coger pieza	25	90
4	Dar vuelta	11	100	6	Dejar pieza	8	130	3	Limar rebaba	13	100
5	Limar rebaba	13	110	2	Coger pieza	27	80	4	Dar vuelta	11	120
6	Dejar pieza	8	130	3	Limar rebaba	13	100	5	Limar rebaba	13	100
2	Coger pieza	25	80	4	Dar vuelta	12	110	6	Dejar pieza	10	110
3	Limar rebaba	13	120	5	Limar rebaba	13	100	1	Aprov. piezas	39	100
4	Dar vuelta	12	110	6	Dejar pieza	9	120	2	Coger pieza	25	90
5	Limar rebaba	13	120	2	Coger pieza	27	90	3	Limar rebaba	13	100
6	Dejar pieza	9	110	3	Limar rebaba	18	100	4	Dar vuelta	10	130
2	Coger pieza	26	90	4	Dar vuelta	11	100	5	Limar rebaba	13	110
3	Limar rebaba	13	130	5	Limar rebaba	13	110				

C:Tiempo cronometrado en segundos, **V**: valoración de la actividad en escala 100/130

*La **hoja resumen de tiempos** donde se llega al **tiempo de pago** es la siguiente*:

XXX	HOJA DE ANÁLISIS	Nº AA6-120
SECCIÓN:	OPERACIÓN: **Quitar rebabas piezas**	
Máquina:	Operario:	Pieza o plano:
Cronometrador:	Unidades por: PIEZA	Fecha:

DATOS Y CONDICIONES
Lima tipo 25 Operación manual.

Nº	FASE	Tiempo elegido	Actividad	Tiempo normal	Coef. de reposo	Tiempo admitido	Frecuencia	Tiempo de pago
1	APROVISIONAR PIEZAS (10)	43,3	95	41,1	1,14	46,9	1/10	4,7
2	COGER Y SITUAR PIEZA	25,0	93,7	23,4	1,10	25,7	1	25,7
3 y 5	LIMAR REBABA	13,0	114,6	14,9	1,17	17,4	2	34,8
4	DAR VUELTA PIEZA	11,5	95	10,9	1,10	12	1	12
6	DEJAR PIEZA	9,0	116,4	10,5	1,10	11,5	1	11,5
7	CONTAR PIEZAS (100)	66,0	120	79,2	1,10	87,1	1/100	0,9
						TOTAL ---------->		**89,6**

13.4.2. Sistemas de tiempos predeterminados.

Por este procedimiento se determinan los tiempos descomponiendo las operaciones en micro-movimientos cuya duración se encuentra en tablas.

La base de todo sistema de tiempos predeterminados es el hecho de que las variaciones del tiempo necesario para realizar un mismo movimiento son netamente pequeñas para diferentes obreros que hayan recibido un entrenamiento adecuado. Como consecuencia, entre movimientos y tiempo pueden ser establecidas relaciones matemáticas sometidas a límites estadísticos previsibles.

Los primeros sistemas de tiempos predeterminados fueron ideados durante la década 1930-1940, siendo los siguientes los más conocidos y difundidos:

- MTM (Methods Time Measurement)
- MOST (Mejora de los MTM introducida recientemente)
- MTA (Motion Time Analysys)
- WORK FACTOR SYSTEM:
- MTS: Empleado por la General Electric es parecido al Work Factor.
- BASIC MOTION TIME STUDY

Este tipo de sistemas permite, frente al cronometraje clásico, una valoración de tiempos de operación a priori, es decir, sin necesidad de ver físicamente la operación en el taller. Además es una herramienta de mejora de los puestos de trabajo, ya que analiza el método antes de medirlo.

13.4.2.1. MTM.

En 1934, B.Maynard fundó la "Methods Engineering Council" (MEC), siendo el primero en utilizar el término de Ingeniero de Métodos. Con esta firma, se inició en 1940 un programa de mejora de métodos en la Westinghouse, con la colaboración de los ingenieros Gustav J.Stegemerten y Hohn Schwab, pertenecientes a esta última. La finalidad que decidió perseguir este equipo fue obtener "Fórmulas de Métodos" a base de aplicar las técnicas de mejora de métodos a operaciones industriales corrientes. Empezaron su trabajo haciendo un estudio detallado de los taladros sensitivos, filmando las operaciones en películas de 13 mm y a la velocidad de 13 imágenes por segundo.

En principio, se tomaron como base los movimientos fundamentales de Gilberth (Therbligs), pero pronto se dieron cuenta de que bastantes de ellos no resultaban suficientemente prácticos para su observación y medida, lo que fue el origen de que estudiaran ciertas simplificaciones por agrupación, que les permitió aislar verdaderos movimientos básicos y establecer para ellos los tiempos correspondientes.

Este sistema no se basa sólo en tablas de tiempos para movimientos básicos, sino que también establece las leyes sobre la secuencia de estos movimientos. El MTM reconoce 8 movimientos manuales, nueve movimientos de pie y cuerpo y dos movimientos oculares, el tiempo para realizar cada uno de ellos se ve afectado por una combinación de condiciones físicas y mentales. La ley por la que se rige el uso de los movimientos es llamado el " principio de la reducción de movimientos"

El sistema MTM tiene varias limitaciones como la del hecho de que no abarca elementos controlados mecánicamente ni movimientos físicamente restringidos de proceso.

Los autores del método, eligieron con acierto la expresión Methods-Time, uniendo ambas palabras para significar la estrecha relación que existe entre ambos términos y destacar que **fijar el Método debe PRECEDER a señalar el tiempo para su ejecución.** Para establecer un Método hay que analizar todos los factores que influyen en las características del trabajo ejecutado y en su duración, y aplicar las correcciones necesarias. Sólo entonces puede analizarse un tiempo para una tarea. Los tiempos predeterminados para cada movimiento base no permiten ninguna interpretación por parte del analista.

Por último, los tiempos dependen solamente de la naturaleza del movimiento considerado y de las condiciones de ejecución impuestas al movimiento por los factores que NO dependen del operario. Es evidente que el método no puede ser eficaz mas que para los operarios que tienen las aptitudes físicas e intelectuales indispensables para los trabajos que le son confiados.

TABLAS BÁSICAS:

- **MTM 1:** Tabla detallada compuesta por 21 categorías de movimientos que se descomponen en 392 valores. Se usan para ciclos cortos, repetitivos y con varios movimientos manuales en el ciclo.
- **MTM 2:** Tabla simplificada compuesta por 11 categorías de movimientos que se descomponen en 39 valores. Se usa para ciclos más largos, más de un minuto, menos repetitivos y con pocos movimientos manuales dentro de ese ciclo.
- **MTM 3:** Tabla muy simplificada compuesta por 4 categorías de movimientos que se descomponen en 10 valores.

La familia de los sistemas MTM continúa creciendo. Además de los anteriores, se han introducido los llamados MTM-V, MTM-C, MTM-M, recientemente se ha incorporado un sistema evolucionado, llamado MOST (Maynard Operation Sequence Technique) que tiene también tres variantes según la duración del ciclo. El MOST es más fácil y rápido de aplicar que el MTM.

CONSIDERACIONES SOBRE LAS TABLAS MTM:

- La unidad de tiempo usada en MTM es el **TMU (Time Measurement Unit)**, que corresponde a la 1/100.000 hora. Con lo que 1 segundo equivale a 27.8 TMU
- Los tiempos que figuran en la tabla MTM son puros y sin porcentaje de reposo.
- Los tiempos máquinas no se obtienen en las tablas.
- Al no existir juicio de actividad, en MTM se usa el L.M.S. (Lowry, Maynard, Stegemerten) que pondera varios criterios para la determinación del nivel de actividad y dentro de cada criterio, varios niveles. La escala MTM es 90/120 y las tablas MTM consideran una actividad equivalente a 111 en la escala 100/120 y 66,7 en la escala Bedaux.

A continuación se muestran las 11 categorías de movimientos del método **MTM-2**

ELEMENTO	SIMBOLO
RECOGER (GET) GA: se requiere sólo mover sin coger GB: mover cogiendo, pero basta cerrar la palma de la mano GC: mover cogiendo, hay que usar los dedos	GA, GB, GC
COGER CON PESO (GET WEIGHT)	GW
SITUAR (PUT) PA: mover desde un punto hasta otro o hasta un tope, sin precisión PB: es necesaria cierta precisión PC: para situar el objeto hay que realizar varios movimientos con correcciones, se necesita precisión	PA, PB, PC
SITUAR CON PESO (PUT WEIGHT)	PW
REASIR (REGRASP)	R
APLICAR PRESION (APPLY PRESURE)	A
MOVIMIENTO DE LOS OJOS (EYE ACTION)	E
MOVIMIENTO DEL PIE (FOOT MOTION)	F
ANDAR (STEP)	S
INCLINARSE Y LEVANTARSE (BEND AND ARISE)	B
GIRAR, MOVIMIENTO DE MANIVELA (CRANK)	C

Tabla **MTM-2** con los 39 valores de tiempos en **TMU** en función de las distancias y pesos.

GET-GA	GET-GB	GET-GC	PUT-PA	PUT-PB	PUT-PC	Dist. (cm)
3	7	14	3	10	21	-5
6	10	19	6	15	26	-15
9	14	23	11	19	30	-30
13	18	27	15	24	36	-45
17	23	32	20	30	41	-80
GET WEIGHT +1 TMU / Kg.			PUT WEIGHT +5 TMU / Kg			
Apply Pressure	Regrasp Motion	Eye Motion	Crank Motion	Step Motion	Foot Motion	Bend & Arise
14	6	7	15	18	9	61

ANEXO. Ejemplo cronometraje y cálculo de tiempo normal o básico.

En la hoja siguiente se han registrado los tiempos de 8 ciclos de una operación que se ha dividido en 4 actividades o movimientos elementales: A, B, C y D.

Observar que el tiempo se cronometra en minutos y centésimas de minuto. Se anota de forma acumulativa en la columna Tcr (tiempo cronometrado) prescindiendo de la coma, por ejemplo, el primer tiempo para la actividad C es 2 minutos y 75 centésimas de minuto y se anota como 275.

En la columna TR (tiempo restado) se restan los acumulados para obtener el tiempo de cada fase de la operación en centésimas de minuto.

Tomando como tiempo admitido el tiempo normal en una escala de actividad 100/130, calcular el tiempo básico o promedio para cada una de las cuatro actividades o movimientos.

DEPARTAMENTO													ESTUDIO Nº 12
OPERACIÓN: Montaje del interruptor Bx12						UNIDADES: cmin							HOJA Nº DE
													FECHA 25/03/99
Nº	ACTIVIDAD	A	CA	Tcr	TR	TB	Nº	ACTIVIDAD	A	CA	Tcr	TR	TB
								(5)					
	antes del							A	100	1	975	53	
	cronometraje	–	–	150				B	90	0'9	1027	52	
								C	95	0'95	1050	23	
	(1) A	100	1	200	50			D	100	1	1087	37	
	B	110	1,1	253	53								
	C	95	0'95	275	22			Ayudar a descargar					
	D	100	1	310	35			piezas (30 piezas)	100	1	1163	76	
								(6)					
	(2)							A	90	0,9	1212	49	
	A	105	1,05	365	55			B	95	0,95	1266	54	
	B	90	0,9	415	50			C	100	1	1291	25	
	C	100	1	435	20			D	105	1,05	1327	36	
	D	95	0,95	475	40								
	Comentar con inspector							(7)					
	verificación de							A	90	0,9	1379	52	
	piezas	–	–	595	120			B	95	0,95	1430	51	
								C	100	1	1460	30	
								D	105	1,05	1493	33	
	(3)												
	A	90	0,9	647	52			(8)					
	B	100	1	694	47			A	105	1,05	1543	52	
	C	105	1,05	719	25			B	100	1	1591	48	
	D	95	0,95	757	38			C	95	0,95	1623	32	
								D	110	1,1	1651	28	
								Cronómetro detenido				729	
	(4)							(10:30 h. Tiempo trans-			1800	149	
	A	100	1	810	53			currido: 18 min.)					
	B	105	1'05	855	45								
	C	90	0'9	882	27			Comprobar TR		772	+ 729 =	1501	
	D	85	0'85	922	40			Antes y después Cr.		149	+ 150 =	299	
					772			TIEMPO TRANSCURRIDO				1800	
OBSERVACIONES													
NOTAS: A = Actuación I CA: Coef. actuación I Tcr = tiempo cron. I TR = tiempo restado I TB = tiempo básico													

Solución: A partir de los tiempos y las actividades calculamos el tiempo básico o promedio de cada movimiento:

DEPARTAMENTO																					ESTUDIO Nº 12		
OPERACIÓN: Montaje del interruptor Bx12																				UNIDADES: cmin	HOJA Nº 3 DE 5		
																					FECHA 25/03/99		
HOJA DE TRABAJO																							
Nº	ACTIVIDAD	TIEMPOS BÁSICOS POR CICLO																			TT	F	TB
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	A	50	58	47	53	53	44	47	53													405	8	50,6
2	B	58	45	47	47	47	51	48	48													391	8	48,8
3	C	21	20	26	24	22	25	30	30													198	8	24,7
4	D	35	38	36	34	37	38	35	31													284	8	35,5
	POR CICLO	164	161	156	158	159	158	160	162													1278	8	159,7
	Comentar con inspector verificación de piezas		120																			120	1	120
	Ayudar a descargar piezas				76																	76	1	76
																			Total			1474		
OBSERVACIONES																							
NOTAS: TT = tiempo total | F = número de ciclos: TB = tiempo básico promedio																							