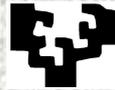


eman eta zabal zazu

*universidad
del país vasco*



*euskal herriko
unibertsitatea*

*Departamento de Economía Financiera II
Finantza Ekonomia II Saila*

GESTIÓN DE EMPRESAS II

ORGANIZACIÓN Y MÉTODOS DE TRABAJO

OCW 2014

TEMA

4

Productividad, costes, tiempos y mejora de los métodos de trabajo

Autores:

Rosa M^a Ahumada Carazo

Eneka Albizu Gallastegi

Imanol Basterretxea Markaida

Amaia J. Betzuen Álvarez (Coord.)

Julen Castillo Apraiz

Izaskun Rekalde Abásolo

Índice

1. INTRODUCCIÓN	4
2. CONCEPTO DE PRODUCTIVIDAD	4
2.1.Relación entre el coste y la productividad	7
2.1.1. Concepto de la capacidad productiva y su relación con la estructura de costes de la empresa.....	7
2.2.Causas que afectan a la rentabilidad	11
2.3.Técnicas encaminadas para la mejora de la productividad.....	13
3. ESTUDIO DE MOVIMIENTOS	16
3.1.Micromovimientos o Therbligs	16
3.2.Diagramas de movimientos de manos y el estudio de los micromovimientos	17
3.2.1. Técnicas para el análisis de los movimientos.....	17
3.2.2. Reglas para la mejora y economía de los micromovimientos.....	18
4. MEJORA DE MÉTODOS Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE TRABAJO	19
4.1.Preparación rápida de máquinas	19
4.1.1. Metodología para la mejora de métodos en el cambio de preparación de las máquinas.....	19
4.1.2. Eliminar lo innecesario.....	19
4.1.3. Orden de ejecución.....	20
4.1.4. Lugar de almacenamiento de útiles.....	21
4.1.5. Formación y polivalencia del personal.....	21
4.1.6. Medios para la simplificación.....	21
4.2. Mejora de métodos y optimización de procesos.....	21
4.2.1. Análisis crítico del método de trabajo.....	22
4.2.2. Desarrollo del método de trabajo mejorado.....	23
4.2.3. Implantación y control del nuevo método de trabajo.....	24

4.2.4. Optimización de procesos de trabajo.....	24
4.3.Registro de actividades.....	25
4.3.1.Recogida de información.....	25
4.3.2.Registro gráfico: diagramas.....	27
5. ESTUDIO DE TIEMPOS	27
5.1.Orígenes y conceptos clave en el estudio de tiempos de trabajo.....	27
5.2.Técnicas empleadas en la medición de tiempos	28
6. VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD, CICLOS DE TRABAJO Y ESTUDIO DE TIEMPOS TOMADOS	31
6.1. Factores que influyen en las variaciones en el tiempo de ejecución	32
6.2. Niveles de actividad.....	32
6.3. Escala de valoración	33
6.4. Precauciones a tener en cuenta en la valoración de la actividad	33
6.5. Estudio de la fatiga	33
6.6. Estudio de los suplementos	34
6.7. Tiempos tipo	36
6.8. Tiempo óptimo	36
6.9. Aspectos relacionados con la cantidad de trabajo	37
6.10. Tablas de tiempos normalizados	38

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, el aumento de la productividad de las organizaciones ha tenido como consecuencia un aumento del nivel de vida y del desarrollo de la sociedad en su conjunto. A fin de conseguir un crecimiento económico y una calidad de vida sostenible, las empresas se han visto obligadas a rentabilizar al máximo el uso de los recursos productivos.

La productividad de una empresa es el resultado de todas y cada una de las actividades llevadas a cabo por la misma (industriales, comerciales, financieras, administrativas...) y no depende del ámbito productivo estrictamente. Por tanto, la mejora de la productividad debe implicar a todos los factores y recursos involucrados en la empresa.

En su mayoría, las medidas adoptadas para el mantenimiento o incremento de un nivel de productividad óptimo implican realizar lo que se conoce como *el estudio del trabajo* que se basa en analizar los métodos empleados por la empresa, los tiempos de producción y los movimientos empleados en el centro de trabajo por sus integrantes.

Este capítulo tiene como objetivo definir y desarrollar diferentes aspectos relacionados con el estudio del trabajo, para así poder ofrecer vías de mejora a través de distintas técnicas.

2. CONCEPTO DE PRODUCTIVIDAD

El concepto de *productividad* tiene diversas aplicaciones: la economía en general, la empresa en su totalidad, o sus trabajadores, entre otras. Podríamos definir la productividad como “*la relación entre la producción y el insumo o cantidad de factores de producción utilizados para obtener esa producción*” (Aguirre et al., 2.002). En este sentido, la fórmula aplicable al concepto de productividad podría expresarse de la siguiente manera:

$$\text{Productividad del factor A} = \frac{\text{Unidades físicas producidas}}{\text{Unidades físicas del factor A empleadas}}$$

Como podemos observar, a la hora de medir la productividad establecemos una relación entre la cantidad de producto obtenida y las cantidades de factores consumidos. Con el fin de conseguir una correcta interpretación del ratio de productividad es necesario explicar varios conceptos relacionados con el mismo, como son: el *producto*, la *producción* y los *medios o factores de producción*.

Cuando hacemos uso del concepto de *producto*, en el ámbito de

la productividad, nos referimos al *output* (bien o servicio) obtenido como consecuencia de una fabricación, explotación, cultivo, etc.

En cuanto al término *producción*, hablamos de la cantidad de producto obtenida en una unidad de tiempo predeterminada.

A su vez, dicha producción se consigue disponiendo, empleando y consumiendo unos determinados *medios o factores de producción* como son los materiales, máquinas, instalaciones, edificios, terrenos, capital, herramientas, hombres etc. (Ruiz, 1.991).

Con el objeto de facilitar el cálculo, interpretación y uso del ratio de productividad, habitualmente las organizaciones hacen uso del concepto de *productividad media*. Su definición podría ser la siguiente: “*producción obtenida por unidad de tiempo en relación al número de unidades empleadas del factor considerado*” y considera todos y cada uno de los factores empleados para la obtención de la producción (Aguirre et al., 2.002).

En la práctica, el cálculo de la productividad en términos globales conlleva numerosas dificultades debido a diferentes factores, como pueden ser:

- a) Los problemas derivados de la medición de determinados elementos físicos.
- b) La existencia de varios tipos de productos, lo que conlleva que la cantidad de producto total producido no pueda contar con una medición homogénea.
- c) La imposibilidad de homogenizar, en términos físicos, los diferentes y numerosos factores que intervienen en el proceso productivo de una empresa.

Estos obstáculos hacen difícil el establecer una expresión única que represente la adición, en unidades físicas, de magnitudes tan heterogéneas. Sin embargo, dicha homogeneidad se podría obtener mediante una valoración de los componentes realizada en base a unidades monetarias. La siguiente expresión reflejaría el ratio de productividad global de una empresa, en términos monetarios (Aguirre et al., 2.002):

$$\text{Productividad Global (u.m. } ^1) = \frac{\text{Valor de la producción obtenida (u.m.)}}{\text{Valor de los factores empleados (u.m.)}}$$

Por tanto, la productividad puede ser expresada tanto en términos físicos como en monetarios, siendo esta última opción la más acertada a la hora de expresar, analizar e interpretar dicho ratio en términos globales y homogéneos.

¹ u.m. son las siglas para referirnos a “unidades monetarias”

Chucherías Izar, S.L.

Chucherías Izar, S.L. es una empresa dedicada a la elaboración y distribución de chucherías en la zona de Guipúzcoa. Desde hace ya dos años, la empresa es consciente de que no todas sus gominolas se venden de igual forma. Son varias las empresas que se han adentrado en el mercado y además, y debido a la crisis que viene sufriendo el país desde hace ya dos años, la venta de gominolas ha ido decreciendo notablemente. Debido a ello, y para sobrevivir en este nuevo contexto, la empresa se tiene que replantear cuáles de sus gominolas le reportan una mayor productividad.

Chucherías Izar, S.L. tiene dos grandes grupos de gominolas:

- 1) Las gominolas recubiertas de azúcar y con colores cálidos (GACC).
- 2) Las gominolas sin azúcar y con colores fríos (GSCF).

El año pasado, Chucherías Izar, S.L. obtuvo los siguientes datos con respecto a la producción y venta de sus golosinas:

Producto	Ventas	Nº de trabajadores en la producción de las gominolas	Sueldo por trabajador	Maquinaria
GACC	94.500 Kg ²	4	1.200 euros ³ /mes	La cadena de producción para la elaboración de GACC y GSCF consta de 2 máquinas ⁴ .
GSCF	175.500 Kg ⁵	3	1.300 euros/mes	Para la distribución de las golosinas GACC y GSCF la empresa hace uso de dos furgonetas ⁶ .

Además, la empresa cuenta con unos gastos fijos al año (correspondientes a luz, agua, electricidad, impuestos, etc.) que ascienden a 75.000 euros y que se reparten de la siguiente manera: Un 60% de dicho gasto se debe repercutir en el proceso de elaboración y distribución de GSCF y un 40% en el de GACC.

Para la distribución de ambos tipos de golosinas la empresa cuenta con un trabajador cuyo sueldo es de 1000 euros al mes y que

² El kg de GACC se vende a 2 euros.

³ Cada uno de los trabajadores cobra 14 pagas al año. Todos los trabajadores tienen un contrato indefinido y han estado trabajando en la empresa desde su apertura.

⁴ La máquina de producción de GACC tiene un coste histórico de 300.000 euros, una vida útil de 10 años y un valor residual de 30.000 euros. La máquina de producción de GSCF tiene un coste histórico de 400.000 euros, una vida útil de 8 años y un valor residual de 40.000 euros.

⁵ El kg de GSCF se vende a 4 euros.

⁶ Las furgonetas tienen un coste histórico (cada una de ellas) de 60.000 euros, una vida útil de 8 años y un valor residual de 6.000 euros.

cuenta al año con 14 pagas.

Fuente: Elaboración propia.

Cuestión para la reflexión y el debate:

1. Teniendo en cuenta toda la información obtenida de la empresa a analizar, ¿cuál de los dos tipos de gominolas aporta a Chucherías Izar, S.L. una mayor productividad?
2. ¿Cuál debería ser el incremento de las ventas del producto con menor productividad para que ambas se igualen?

2.1 Relación entre el coste y la productividad

Como ya apuntábamos en el apartado anterior, todo proceso productivo supone la transformación de determinados factores para la obtención de un producto. El hablar del uso y consumo de dichos factores en el proceso productivo conlleva la aparición de un nuevo concepto: *el coste*. Bajo una perspectiva contable, se podría definir como “*la medida y valoración del consumo realizado o previsto por la aplicación racional de los factores para la obtención de un producto, trabajo o servicio*”.

Es evidente, por tanto, que la relación entre el coste y la productividad es directa, y por ende, todas aquellas medidas adoptadas por la empresa para el decremento de su volumen de costes tendrán una incidencia directa en el ratio de productividad de la organización.

Así mismo, dependiendo de la estructura de costes de la empresa y la flexibilidad con la que cuente para poder amoldarla a su actividad, su *capacidad productiva* se verá alterada de una forma u otra.

2.1.1 Concepto de la capacidad productiva y su relación con la estructura de costes de la empresa

Toda actividad empresarial requiere de una planificación y de una fijación de objetivos. Entre ellos, encontramos la fijación de la capacidad productiva, o dicho de otra forma, la fijación por parte de la empresa del nivel de producción máximo por unidad de tiempo.

En este sentido, no debemos confundir la capacidad productiva con el volumen real de producción. El *volumen real de producción* se refiere a lo que la organización produce en un período de tiempo determinado, mientras que la *capacidad productiva* indica la máxima producción que puede alcanzarse en dicho período.

A la hora de seleccionar la dimensión y la capacidad productiva de la empresa, hay varios factores a tener en cuenta, como son:

- a) **Las economías de escala y su alcance:** Las economías de escala hacen referencia a la reducción en los costes medios por unidad producida como consecuencia del incremento del volumen producido. Como es evidente este hecho tendrá, a su vez, una incidencia directa en el ratio de productividad de la empresa.
- b) **Volumen de ventas previsto:** Resulta importante conocer el volumen de consumidores potenciales a la hora de diseñar el tamaño de la planta productiva. Dicho volumen de ventas, al mismo tiempo, tendrá un impacto directo en el ratio de productividad.

Si quisiéramos relacionar los dos conceptos descritos anteriormente, deberíamos realizar un análisis del **punto muerto** o **umbral de rentabilidad** de la organización.

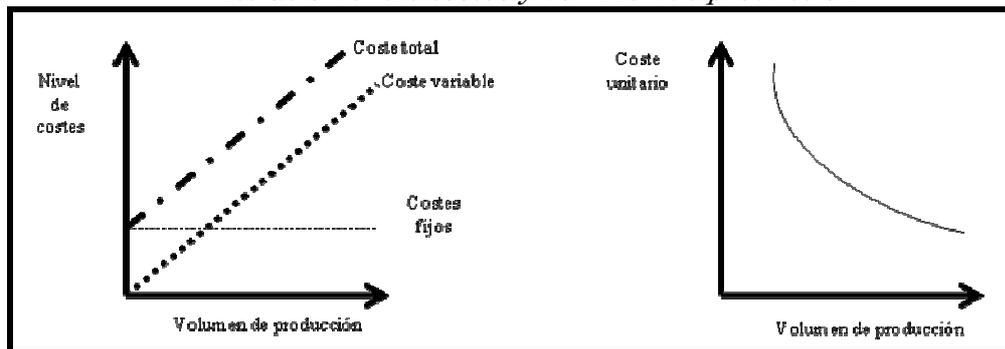
El punto muerto, o umbral de rentabilidad, fija el volumen necesario de unidades a vender durante un periodo de tiempo para alcanzar un volumen de beneficio igual a cero. Esta determinación de la capacidad de producción supone el establecimiento de una *estructura fija o cuasi-fija*⁷ de los costes durante un periodo de tiempo concreto.

Habitualmente, la realización de inversiones que tuvieran como objeto el incremento de la capacidad productiva de la empresa, supondría la automatización del proceso productivo, de modo que la empresa asumiría unos menores costes variables unitarios. Así mismo, los costes fijos en los que incurriría la empresa se repartirían entre un mayor número de unidades producidas, dando pie así a las economías de escala. De esta forma, el coste unitario de cada producto vendrá dado por la suma de los costes fijos más los costes variables unitarios.

En las siguientes figuras podemos apreciar la relación entre los costes y el volumen de producción:

⁷ Los costes fijos, se seguirán considerando fijos siempre y cuando el nivel de actividad de la empresa se mantenga dentro de un rango establecido. Si dicho nivel de actividad se superase, los costes se incrementan en una cuantía, fija, válida para otro rango de nivel de actividad.

FIGURA 1

Relación entre costes y volumen de producción

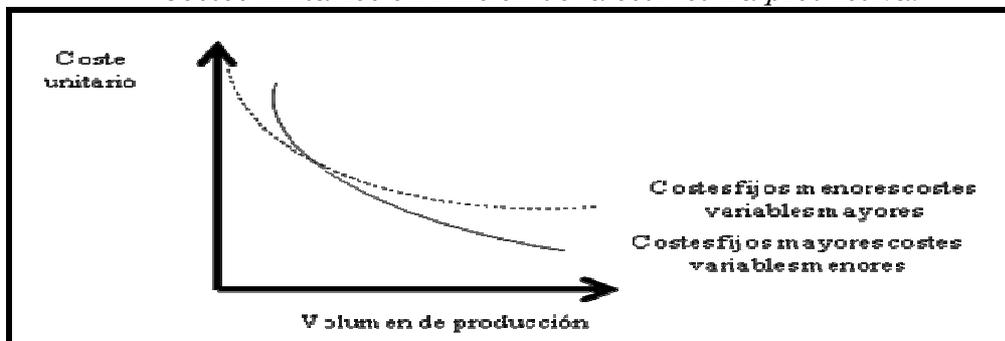
Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar, una empresa que cuente con una estructura de costes fijos elevados puede conseguir unos costes unitarios reducidos, siempre y cuando su volumen de producción se vea incrementado de forma sostenible.

Como ya apuntábamos, dependiendo de la estructura de costes con la que cuente la empresa, el coste unitario de producción será uno u otro. Consecuentemente, *la empresa debería realizar un análisis de su estructura de costes y en la medida de lo posible, ajustarla a la situación deseada.*

La siguiente figura nos muestra la relación existente entre los costes de producción unitarios y la estructura productiva de la empresa.

FIGURA 2

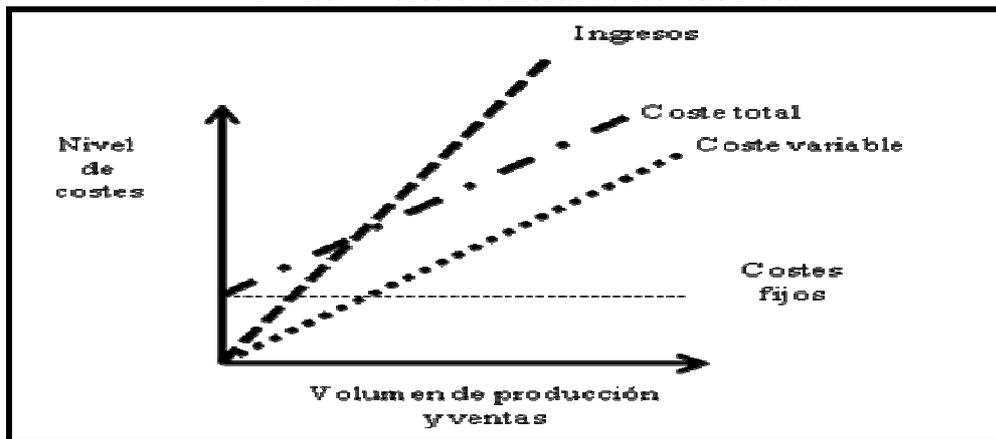
Costes unitarios en función de la estructura productiva.

Fuente: Elaboración propia

Gracias a las figuras anteriores, comprobamos como a mayor nivel de producción los costes fijos unitarios se ven reducidos. No ocurre así con los costes variables, ya que éstos, a mayor nivel de producción, aumentan.

Tras realizar el análisis de los distintos tipos de estructuras de costes y sus implicaciones en el coste total unitario del producto, sería conveniente comprobar la incidencia del coste unitario total en el punto muerto o umbral de rentabilidad de la empresa. La siguiente figura, nos muestra dicho análisis de una forma gráfica:

FIGURA 3
 Punto Muerto o Umbral de Rentabilidad



Fuente: Elaboración propia

Si quisiéramos expresar el gráfico anterior mediante una fórmula matemática, haríamos uso de la siguiente expresión, dónde los beneficios se igualan a cero.

$$B^0=0 \quad \text{Ingresos} - \text{Gastos}=0 \quad P \times q - C_v \times q - CF=0$$

$$Q = CF : (p - C_v) = CF \cdot \text{margen bruto}$$

Análisis de la capacidad productiva

A continuación presentamos dos estructuras de costes ante las que podríamos encontrar a una empresa:

ESTRUCTURA A	ESTRUCTURA B
Costes Fijos= 1.000	Costes Fijos= 1.400
Costes Variables Unitarios= 10	Costes Variables Unitarios= 8

Fuente: Elaboración propia.

Cuestiones para la reflexión y el debate:

1. ¿Qué estructura resulta más competitiva para un nivel de producción de 200 unidades?
2. ¿Cuál de las estructuras presenta un mayor punto muerto o umbral de rentabilidad?

2.2 Causas que afectan a la productividad

Partiendo de la base de que el contenido básico del trabajo es “*el tiempo que se invertiría en fabricar un producto o llevar a cabo una operación, si el diseño y el proceso de fabricación se desarrollasen a la perfección y no hubiese pérdida de tiempo por ningún motivo durante el proceso*” (Velasco, 2010), o dicho de otra forma, “*el tiempo mínimo irreducible que se necesitaría teóricamente para obtener una unidad de producción*”, siempre y cuando existan las condiciones perfectas de producción, los costes en los que incurriría la empresa serían los óptimos. Sin embargo, en la práctica, no es habitual obtener dichas condiciones ya que el tiempo total consumido es mayor que el contenido básico del trabajo.

Habitualmente las empresas logran obtener un mayor ratio de productividad aumentando la producción total del trabajador y manteniendo constante su jornada laboral, es decir, disminuyendo el tiempo de fabricación por unidad producida.

El tiempo que un trabajador invierte en la realización de su tarea se puede dividir en dos subtiempos:

1. El tiempo destinado a la realización de las tareas encomendadas.
2. El tiempo complementario y adicional al anterior debido a deficiencias de la producción, de la dirección o del mismo trabajador entre otros aspectos.

Si las organizaciones consiguieran eliminar este último subtiempo el resultado sería un mayor rendimiento de la actividad y una mayor productividad empresarial.

Varias son las causas por las que el tiempo productivo (correspondiente a la suma de los dos subtiempos anteriormente descritos) se prolonga ineficientemente y en consecuencia, el ratio de productividad empeora. A continuación ofrecemos varias de dichas causas relacionadas con las deficiencias tanto en el diseño como en el proceso productivo (Velasco, 2010)⁸:

Contenido de trabajo suplementario debido al producto

Esto puede ser debido, entre otros, a:

⁸ Para ampliación de las distintas causas relacionadas con la prolongación del tiempo improductivo véase Velasco (2010), capítulo 3, pp. 55-60.

- a) Un inadecuado diseño del producto.
- b) Falta de normalización a la hora de utilizar métodos de producción a gran escala.
- c) Inadecuación de la normativa referente a la calidad.
- d) Modelo productivos inadecuados para la eliminación de materiales innecesarios.

Contenido de trabajo suplementario debido al proceso

Esto puede ser debido, entre otros, a:

- a) Una maquinaria inadecuada.
- b) Procesos erróneamente formulados y ejecutados.
- c) Herramientas inadecuadas.
- d) Inadecuada distribución en planta.
- e) Inadecuados métodos de trabajo de los operarios.

Tiempo improductivo imputable a la dirección

Esto puede ser debido, entre otros, a:

- a) Variedad excesiva de productos.
- b) Falta de normalización en tiempo de inactividad por brevedad de períodos de producción.
- c) Cambios de diseño.
- d) Inadecuada planificación del trabajo y los pedidos.
- e) Ruptura de stock de materias primas debido a una incorrecta planificación.
- f) Inadecuado mantenimiento de las instalaciones.
- g) Inadecuadas condiciones de trabajo.
- h) Inadecuada política de seguridad y riesgos laborales.

Tiempo improductivo imputable al trabajador

Esto puede ser debido, entre otros, a:

- a) Ausencias, retrasos y ociosidad injustificada por parte de los empleados.
- b) Falta de interés por parte de los empleados a la hora de realizar su trabajo.
- c) Incumplimiento de la normativa referente a la seguridad y riesgos laborales.

2.3 Técnicas encaminadas para la mejora de la productividad

La productividad, como ya hemos visto en apartados anteriores, es un concepto técnico que mide la eficiencia de un proceso productivo ya sea en términos físicos o en monetarios. Frecuentemente, y una vez establecido el ratio de la productividad, las empresas luchan por obtener un valor más elevado (mejor) del mismo.

En **términos cuantitativos**, el ratio de productividad se podría ver mejorado o incrementado, ante alguna de las siguientes situaciones:

- a) El aumento de la producción manteniendo constante el consumo de los factores productivos, disminuyéndolo o aumentando el empleo de dichos factores pero en menor proporción que el aumento de la producción.
- b) El mantenimiento constante de la producción, disminuyendo el consumo de factores productivos.
- c) La disminución de la producción y el consumo de los factores productivos, disminuyendo este último en mayor proporción.

Si obtuviésemos una mejora de la calidad de la producción, sin variar ni su cantidad ni la de los factores empleados, hablaríamos de una mejora de la productividad en **términos cualitativos**.

Bajo una **perspectiva temporal**, las medidas que una empresa podría adoptar para lograr el incremento de la productividad pueden darse a corto, medio o largo plazo (Aguirre et al., 2002).

- a) Las mejoras *a largo plazo*, suponen un incremento de la productividad gracias a la *capitalización interna* de la empresa. En términos generales, se entiende por capitalización de una empresa *el volumen de inversión relativo en inmovilizado de la unidad productiva*.

La relación entre la inversión realizada en el inmovilizado a largo plazo y el aumento de la productividad es directa e implica cambios estructurales profundos, ya que se centra en la modificación de la estructura industrial o productiva de la empresa, lo que implica comprometer por un largo período de tiempo la actividad de la empresa.

El dotar a la empresa de más maquinaria, mejores instalaciones productivas o mayor volumen de activo fijo conlleva una mayor capacidad productiva, una mayor especialización, ahorros en costes y una mayor rapidez en el

desarrollo de la producción.

Sin embargo, esta postura implica disponer en cada momento de los equipos o herramientas más perfectas y eficaces y por tanto, y a largo plazo, plantea diferentes problemas. Por un lado, nos encontramos con el problema de ámbito financiero, ya que se requieren fuertes inversiones de capital. Y por otro lado, es necesario contar con una mano de obra suficientemente cualificada como para poder hacer uso de la tecnología de última generación adquirida.

- b) La mejora de la productividad *a medio plazo* se podría conseguir a través de dos líneas: la *tipificación de los productos* fabricados y la *estandarización o normalización* de los procesos y los componentes empleados en la fabricación.

La tipificación consiste en la reducción de la variedad de tamaños, calidades, presentaciones, etc. de los productos que fabrica la empresa. De esta forma se posibilita el incremento del tamaño de las series de fabricación, la utilización de las tecnologías más avanzadas, se aumenta la productividad del factor humano etc. lo cual puede traducirse en bajadas de precio, haciendo que los productos sean más atractivos y asequibles al público, así como en la consecución de mercados más estables y una mayor fidelidad de los clientes.

La normalización de los procesos, por su parte, trata de disminuir el número de operaciones y tareas que constituyen el proceso, eliminar aquellas operaciones realizadas de forma no conveniente, establecer un patrón de referencia para la programación de las tareas y actividades, establecer un control de actividades y mejorar el conocimiento de cada una de ellas o simplificar y racionalizar las actividades, su preparación y su control.

Sin embargo, desde un punto de vista comercial, la tipificación también cuenta con varios inconvenientes. La empresa se encuentra ante la disyuntiva de ofrecer variedad de producto o reducir costes, simplificando la gama de productos.

Una solución posible es la *especialización flexible* donde se trata de ofrecer, aparentemente, un amplia gama de productos, donde la variedad yace en los aspectos externos y superficiales, al mismo tiempo que se procura fabricar distintos productos con los mismos procesos, de forma que muchos de los elementos sean comunes a todos los productos obtenidos.

- c) Por último, las medidas de mejora de la productividad a corto plazo surgen gracias al mejor aprovechamiento de los recursos actualmente disponibles en la organización sin incurrir en alteraciones estructurales. Algunos ejemplos de este tipo de mejoras podrían ser:
- El estudio y mejora de métodos de trabajo.
 - El estudio y reducción de tiempos de trabajo.
 - El seguimiento y control de los nuevos métodos y tiempos de trabajo.
 - La mejora de la organización interna.
 - El énfasis en la calidad.

Estas mejoras a corto plazo se obtienen una vez de haber realizado el estudio del trabajo que, como veremos, se basa en el análisis de los métodos, tiempos y movimientos empleados en un centro de trabajo.

En el contexto social todas las mejoras de la productividad desarrolladas en este apartado incidirían positivamente en el logro del desarrollo humano y en la obtención de un mayor nivel de vida de la sociedad, ya que se basan en la consecución del rendimiento máximo de sus recursos.

Por otra parte, ya en 1.952, la Organización Internacional del Trabajo, en la Reunión de Expertos en Productividad, sugirió una serie de medidas a tomar en cuenta para la mejora de la productividad, como son:

- a) La planificación anticipada por parte de los empresarios de modificaciones de los procesos de producción.
- b) La posibilidad de reducir o suspender con tiempo suficiente nuevos reclutamientos, para evitar despidos futuros.
- c) Posibilitar por parte de los empresarios la promoción o recolocar a los trabajos excedentes en puestos vacantes.
- d) La creación de departamentos de orientación profesional, de formación y readaptación profesional.
- e) La creación de un servicio de empleo.
- f) El facilitar y fomentar la movilidad geográfica.

Para finalizar con este apartado nos gustaría recordar (como apuntamos en el tema anterior), que algunas medidas tomadas para aumentar la productividad pueden ser consideradas una amenaza para los trabajadores, amenaza que podría solventarse con una buena formación previa de dichos integrantes y una adecuada gestión del cambio promovida por la Dirección General.

3. ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

3.1. Micromovimientos o Therbligs

A principios del siglo XX, Frank B. Gilbreth y su esposa comenzaron a realizar el estudio de los movimientos manuales y a su vez formularon leyes básicas de la economía de movimientos. Gracias a los estudios realizados, hoy en día el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y la productividad empresarial se ha visto incrementada.

El estudio de movimientos tiene por objeto analizar con detenimiento los distintos movimientos que efectúa el cuerpo humano al ejecutar cualquier tipo de trabajo. Con ello, se pretende eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes (Aguirre et al., 2.002).

De esta forma, se establecen una serie de micromovimientos denominados *Therbligs*. Los therbligs pueden clasificarse de la siguiente manera (Aguirre et al., 2.002)⁹:

a) Therbligs de movimientos:

- Buscar (B)
- Seleccionar (S)
- Agarrar (A)
- Transportar carga o Mover (TC)
- Poner en posición (P)
- Montar o Ensamblar (M)
- Utilizar (U)
- Desmontar (D)
- Inspeccionar (I)
- Posición previa (PP)
- Dejar carga (DC)
- Transporte en vacío o Alcanzar (TV)

b) Therbligs de actitudes:

- Descanso para vencer la fatiga (DF)
- Espera inevitable (EI)
- Espera evitable (EE)
- Planificar (PL)
- Sostener (SO)

⁹ Para ampliación de cada uno de los diferentes micromovimientos estudiados por Gilbreth y su esposa, véase Aguirre, Rodríguez y Tous, 2002, cap. 14, pp. 316-323.

Estos diecisiete micromovimientos básicos pueden clasificarse, a su vez, en therbligs eficientes e ineficientes:

- a) **Los therbligs eficientes** (TV, TC, A, DC, PP, U, M y D) contribuyen directamente al avance o desarrollo del trabajo. Éstos con frecuencia pueden reducirse pero es difícil eliminarlos por completo.
- b) **Los therbligs ineficientes** (B, S, P, I, PL, EI, EE, DF y SO) no facilitan el avance del trabajo y deben ser eliminados, en la medida de lo posible, aplicando los principios de la mejora de métodos, así como del estudio de movimientos.

3.2. Diagramas de movimientos de manos y el estudio de los micromovimientos

Los diagramas de movimientos de manos son cuadros o gráficos en los que se registran las acciones de la mano derecha e izquierda del trabajador.

En este tipo de diagramas se utilizan los *símbolos* de Operación (O), Transporte (□), Demora (D) y Sostenimiento (▽), y son aplicables a una gran variedad de trabajos de montaje, de elaboración con máquinas y también administrativos o de oficina (Aguirre et al., 2.002).

La composición de estos diagramas permite al especialista conocer los pormenores de la tarea que analiza. De esta forma, es posible estudiar cada elemento por sí sólo, así como en relación con los demás con el fin de obtener mejoras en el proceso de trabajo.

3.2.1. *Técnicas para el análisis de los movimientos*

Algunas operaciones, como las de ciclo muy corto que se repiten en muchas ocasiones, se deben analizar con mayor detalle para poder determinar dónde es posible ahorrar movimientos y esfuerzo de un modo en el que el trabajador pueda repetir la operación con el mínimo agotamiento.

Las técnicas que se utilizan frecuentemente aprovechan la posibilidad de filmar al operario y se denominan *estudio o análisis de micromovimientos*. Estas técnicas están basadas en el estudio detallado de movimientos empleando la videograbación.

El coste de un estudio de micromovimientos es aproximadamente cuatro veces mayor que el del estudio visual de movimientos para la misma operación. Por ello, sólo resulta

costeable utilizar este estudio cuando se trata de un trabajo o de una actividad que presenta un volumen considerable, es decir, que su frecuencia de aparición es muy alta.

3.2.2. Reglas para la mejora y economía de los micromovimientos

Los diagramas de movimientos de manos no mejoran por sí solos los ciclos de trabajo. La simplificación, ordenación y, en la medida de lo posible, supresión de micromovimientos reducirá el consumo de energía del operario y redundará en un aumento del rendimiento en el trabajo, lo que implica una mayor productividad.

Las primeras reglas que se enunciaron para conseguir una economía en los micromovimientos se deben a Gilbreth y datan de 1923, siendo más tarde completadas por otros autores.

Las diferentes reglas o principios existentes no se aplican a todo tipo de trabajos, y en algunos de ellos sólo se aplican mediante el estudio de micromovimientos. Sin embargo, y a nivel general, sí podemos hablar de una serie de reglas o principios para la mejora de la economía de movimientos referida a tres campos de actuación¹⁰:

- a) Principios relativos al uso del *cuerpo humano* en los procesos laborales.
- b) Principios relativos a la *disposición y condiciones* en el lugar de trabajo.
- c) Principios relativos al diseño de las *herramientas* y del *equipo*.

Para poder analizar y mejorar la economía de movimientos de una organización, el especialista en el estudio del trabajo debe estar familiarizado con los principios visuales de la economía de movimientos, de modo que pueda detectar las deficiencias del método utilizado con una rápida inspección del sitio de trabajo y de la operación efectuada.

¹⁰ Para conocer detalladamente en qué tipo de actividades se desgrana cada uno de los principios, recomendamos consultar Aguirre, Rodríguez y Tous, 2002, cap. 14, pp. 328-330.

4. MEJORA DE MÉTODOS Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE TRABAJO

4.1. Preparación rápida de máquinas

4.1.1. Metodología para la mejora de métodos en el cambio de preparación de las máquinas

En el análisis para la disminución del tiempo de cambio de preparación de máquinas se utiliza la técnica interrogativa, que consta de 5 cuestiones: Propósito, Sucesión, Lugar, Persona, Medios¹¹.

El cambio de utillaje se realiza en cuatro fases:

1. Preparación de todos los elementos a utilizar.
2. Desmontaje y retirada del utillaje anterior.
3. Posicionado del nuevo utillaje en su emplazamiento.
4. Ajuste del nuevo utillaje.

En todas estas fases se deben aplicar las cuestiones antes indicadas¹².

4.1.2. Eliminar lo innecesario

Suele ser la primera fase que hay que realizar cuando se quiera disminuir o incluso evitar el tiempo de cambio de preparación de las máquinas.

a) Eliminación de tiempos de búsquedas

Lo primero que se necesita a la hora de cambiar útiles/materiales es una buena organización: se debe empezar por eliminar el desperdicio de las búsquedas que es típico de esta fase.

Se verifican los datos de análisis de operaciones para ver qué elementos se buscan y qué otras pérdidas de tiempo existen.

¹¹ Para más información consultar Aguirre *et al.* (2.002), p. 337.

¹² La información de estas fases que a continuación se exponen está resumida y adaptada de Velasco (2.010), a partir de p. 214. El lector puede encontrar ejemplos gráficos de troqueles (prensas, sujeciones, fijaciones...)

b) Eliminar los procesos de ajuste

Estos procesos ocupan generalmente al menos la mitad del tiempo total de la preparación a máquina parada, por lo que eliminar el tiempo de ajuste es muy importante y podría conseguirse al menos de dos formas: Mediante la *estandarización del útil* (si el tamaño y la forma de todos los troqueles se estandariza, el tiempo de preparación se reducirá) o mediante la *estandarización de la preparación de la máquina*¹³.

c) Eliminar la fase de preparación misma

Se puede incluso lograr que no sea necesaria una fase de preparación gracias a la estandarización, es decir, sustituir el empleo de piezas similares por una que se pueda utilizar para productos diversos. Por ejemplo, un troquel único de una prensa donde se moldean dos figuras distintas, separándose después simultáneamente mediante la operación de recortado en prensa. O mediante la producción de varias piezas a la vez.

4.1.3. Orden de ejecución

Enfocado a conseguir que con la máquina parada sólo se realicen aquellas operaciones que sean imposibles de efectuar mientras la máquina está en funcionamiento. Además, hay que intentar que las operaciones que tienen que realizarse con máquina parada puedan distribuirse entre varias personas para reducir el tiempo de parada de la máquina.

Por lo tanto, lo primero que hay que hacer es distinguir la preparación con máquina parada de la preparación con máquina en marcha.

a) Minimizar las actividades con la máquina parada

La preparación con máquina parada se refiere a las acciones que requieren, inevitablemente, que la máquina se haya detenido y en el segundo, a las acciones que pueden realizarse mientras la máquina está en funcionamiento.

Como decimos, las dos tipos de acciones deben separarse, es decir, una vez parada la máquina el trabajador no debe tener que realizar ninguna de las acciones de preparación que puedan

¹³ Ver apartado 2.3 (medidas para mejorar la productividad a medio plazo)

hacerse con la maquina en marcha, lo cual supondría pérdida de eficacia.

En la preparación a máquina parada, debe realizarse exclusivamente la retirada y colocación de troqueles en la máquina.

b) Realizar operaciones en paralelo

Si las operaciones en paralelo las llevan a cabo dos personas, pueden eliminarse movimientos inútiles y reducirse el tiempo que la máquina está parada. El objetivo principal es que la máquina esté parada el menor tiempo posible, para que la productividad no se resienta.

4.1.4. Lugar de almacenamiento de útiles

Deben definirse y señalizarse los lugares de almacenamiento de los troqueles y de los elementos que se utilizan para el cambio.

Se debe señalar correctamente el lugar de almacenaje para conseguir localizar inmediatamente los troqueles o cualquier elemento que se suele utilizar para el cambio. No se debe perder el tiempo en búsquedas que se podrían evitar si hay una buena organización.

4.1.5. Formación y polivalencia del personal

El personal deberá tener una formación adecuada y ser polivalente. Se establecerán programas de formación. Debe tenerse previsto aprovechar para la formación las ocasiones en que el personal quede inactivo por problemas organizativos o por cualquier otro motivo. Hay que aprovechar los tiempos muertos.

4.1.6. Medios para la simplificación

Se trata de reducir el tiempo del cambio en las actividades que se realizan con la máquina parada. Para ello, se utilizan medios suplementarios y sistemas rápidos de sujeción.

4.2. Mejora de métodos y optimización de procesos

La mejora de métodos es un medio para alcanzar un fin: el incremento de la productividad y como consecuencia la elevación del nivel de vida.

La elevación del nivel de vida se consigue mediante la unión del aumento de la retribución y/o la disminución de precios.

Como anticipo (más adelante ahondaremos en estos conceptos) diremos que el *tiempo tipo elemental* es el tiempo mínimo irreducible, horas hombre u horas máquina invertidas en un trabajo. A este tiempo básico se añaden una serie de tiempos que lo aumentan¹⁴:

- a) Tiempo de trabajo suplementario debido a deficiencias en el diseño o en la especificación del producto.
- b) Tiempo por trabajo suplementario debido métodos ineficaces de producción o funcionamiento.
- c) Tiempo improductivo debido a deficiencias de la dirección.
- d) Tiempo improductivo imputable al trabajador.

La mejora de métodos persigue eliminar estos tiempos improductivos a través del registro, análisis y crítica de las formas de trabajo. Su aplicación exige la *acción conjunta* de empresarios (porque buscan el aumento de productividad de sus empresas) y trabajadores (porque son la herramienta para conseguirlo)¹⁵.

4.2.1. *Análisis crítico del método de trabajo*

Es una fase de la técnica de la mejora de métodos de trabajo que se aplica una vez registrada toda la información necesaria para el estudio del método que se está aplicando en el proceso de trabajo que se pretende modificar y mejorar. La OIT¹⁶ defiende que consiste en un análisis crítico y sistemático del método actual a través del empleo de la técnica del interrogatorio, que es el medio de efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas como por ejemplo ¿Qué se hace? ¿Dónde se hace? ¿Cuándo se hace? etc. El objetivo de esta técnica es tratar de eliminar actividades improductivas y conseguir que la mayor parte de las operaciones sean de tipo productivo.

Estas preguntas que nos formulamos pueden ser de dos tipos:

- a) *Preguntas preliminares*. Corresponden a la primera etapa del interrogatorio, donde se cuestiona sistemáticamente y con respecto a cada actividad registrada el propósito, lugar, sucesión, persona y medios de ejecución utilizados en la

¹⁴ Tiempos desarrollados previamente en el apartado 2.2

¹⁵ Este punto ha sido adaptado de Pérez Gutiérrez (1.989).

¹⁶ La organización internacional del trabajo.

actividad objeto de análisis con la finalidad de eliminar, combinar, ordenar o simplificar esa actividad.

- b) *Preguntas de fondo.* Después se desarrollan esas preguntas preliminares para determinar si conviene hacer cambios en el lugar, la sucesión, la persona o los medios empleados¹⁷ para que el método empleado se vea mejorado.

4.2.2. *Desarrollo del método de trabajo mejorado*

Una vez terminado el examen crítico del método de trabajo, el siguiente paso consiste en proponer el método mejorado en una nueva hoja del proceso o diagrama, detallando las ventajas e inconvenientes de la nueva propuesta y describiendo las modificaciones que se consideren necesarias tanto en los materiales y en los productos, como en la actividad concreta analizada.

Entre las *ventajas* podemos encontrar: la superficie de centro economizada, la disminución de tiempos de trabajo, el ahorro de material, la eliminación del productos sobrantes, una mayor seguridad en el proceso o la detección de maquinaria innecesaria etc.

Entre los *inconvenientes*: un mayor coste por adquisición de nueva maquinaria o de nuevas herramientas y utillaje, un mayor coste de formación del personal etc.

Si existe más de una propuesta para mejorar el proceso, el especialista debe preparar un análisis costo-beneficio sobre cada una de ellas. Al detallar los beneficios hay que tener en cuenta todo tipo de factores, no sólo los meramente cuantitativos. Para procesos de evaluación más complejos se recurre a la utilización de las técnicas cuantitativas. Otra técnica utilizada es el método de evaluación ponderada, cuya solución emplea una combinación de puntuaciones y ponderaciones.

Si la investigación se ha hecho de manera estructurada y sistemática y el informe obtenido es completo y preciso, el encargado de tomar la decisión estará en situación óptima para adoptar una decisión racional. Una vez tomada la decisión sobre los cambios adoptados hay que definir el nuevo método. Para ello, es conveniente consignar por escrito las normas de ejecución en una hoja de instrucciones del operario que le indica los procedimientos que debe seguir en la aplicación del nuevo método.

¹⁷ Este punto ha sido adaptado de Aguirre et al. (2.002), a partir de la p. 335.

Esta hoja tiene 3 **tipos de datos**:

- a) Herramientas y equipo que se utilizarán.
- b) Método que se aplicará.
- c) Un diagrama o croquis explicativo de la disposición del lugar de trabajo.¹⁸

4.2.3. *Implantación y control del nuevo método de trabajo*

Es una de las etapas finales del proceso de mejora de métodos de trabajo y de las más difíciles de aplicar, por lo que se necesita la cooperación activa de la dirección y de los representantes de los trabajadores. La implantación del nuevo método se subdivide en 4 **fases**:

- a) Obtención de la aprobación de la dirección.
- b) Aceptación del cambio por parte del jefe, empleados involucrados y sus representantes.
- c) Establecimiento de un programa de formación.
- d) Seguimiento de la marcha el trabajo hasta tener la seguridad de que se ejecuta según lo previsto¹⁹.

4.2.4. *Optimización de procesos de trabajo*

Las **características** que debe presentar un proceso que se considere bien estructurado son:

- a) Tiene un *resultado* a conseguir.
- b) Tiene una *persona responsable*, el gerente del proceso que tiene como responsabilidad asegurarse de que a todas las áreas se les de la atención apropiada, dirigir el mejoramiento del proceso y controlar y mejorar el resultado del proceso.
- c) Los *límites* están bien definidos.
- d) Los *tiempos* son conocidos.
- e) Los procedimientos tienen requisitos de *entrenamiento*.
- f) Los *controles* están próximos al lugar de la acción.
- g) Las *medidas de evaluación* están relacionadas con el cliente.
- h) Exige una persona responsable predispuesta a la *mejora* y al cambio²⁰.

¹⁸ Este punto ha sido adaptado de Aguirre et al. (2.002), pp. 338-346.

¹⁹ Este punto ha sido adaptado de Aguirre et al. (2.002), pp. 346-350.

²⁰ Este punto ha sido adaptado de Aguirre et al. (2.002), a partir de la p. 350.

4.3. Registro de actividades

Cuando se ha decidido cuál va a ser la tarea a estudiar, hay que hacer el registro completo de todos los elementos o actividades que componen la tarea. Hay dos formas de hacerlo: *analítica* (reflejar por escrito la tarea y para su realización, se usa un impreso grande) y *gráfica*²¹.

Recordemos que las actividades pueden ser²²:

- a) **Operación**: cuando se modifican de una forma intencionada las características físicas o químicas de un objeto o cuando se recibe información o cuando se hacen cálculos o planes. Se representa por un círculo.
- b) **Inspección**: cuando se examina un objeto para su identificación o para comprobar la cantidad o calidad de alguna de sus propiedades. Se representa por un cuadrado.
- c) **Transporte**: cuando un objeto se traslada de un lugar a otro. Se representa por una flecha.
- d) **Demora**: cuando las condiciones no permiten la ejecución de la siguiente actividad prevista. Su representación es un D mayúscula.
- e) **Almacenaje**: cuando un objeto es guardado o protegido de traslados no autorizados. Se representa por un triángulo invertido.
- f) **Actividad combinada**: cuando dos o más actividades se realizan simultáneamente o por el mismo operario, en el mismo puesto de trabajo, siendo su símbolo, la combinación de los de las distintas actividades.

4.3.1. Recogida de información

Esta etapa debemos completarla lo más detallada posible ya que cada tarea está rodeada por una serie de condiciones que es importante conocer²³:

- a) *Material utilizado*. Se despierta un interés en buscar otros que sean más baratos, de mejor calidad, más fáciles de encontrar en el mercado, etc.
- b) *Tamaño*. Si hacemos un cuidadoso estudio del material sobrante podemos valernos con las medidas normales del mercado, lo que redundará en beneficio económico de la tarea y del producto fabricado.

²¹ Adaptado de Pérez Gutiérrez (1.989), p. 16

²² Ver simbología completa de Pérez Gutiérrez (1.989), pp. 19 y 20.

²³ Adaptadas de Pérez Gutiérrez (1.989), pp. 21-27.

- c) *Embalaje*. Al proveedor se le debe pedir que los productos que suministra se embalen de acuerdo con los medios de transporte que se poseen.
- d) *Acabado de los materiales*. La materia prima recibida hay que someterla a desbaste y mecanizado. Esto encarece el producto acabado.
- e) *Subproductos y residuos*. Los desperdicios y sobrantes de material deben ser tenidos en cuenta para que, en todo momento, estén clasificados y separados perfectamente. Y posteriormente venderlos si lo deseamos.
- f) *Diseño*. Debe ser lo más agradable posible a los ojos del consumidor, pero al mismo tiempo hay que considerar cómo afecta al proceso en general. Los productos deben estar en constante evolución, antes que se pierda el interés por un producto se debe pensar en el siguiente que será el que se encargue de sustituirlo.
- g) *Calidad*. La tendencia actual, por causa de la competencia, se dirige hacia productos cada vez de mayor calidad. Esto encarece la producción.
- h) *Influencia mutua de las actividades*. Una actividad se relaciona íntimamente con las que la preceden y con las que la siguen, por lo que se debe analizar.
- i) *Distribución en planta*. La distribución que tengamos de máquinas, puestos de trabajo, etc. afecta a los procesos de fabricación.
- j) *Manejo de materiales*. Un fácil camino para reducir los costes de los procesos, es reducir el manejo de los materiales y productos. Cuanto menos distancia recorran, en líneas generales, mejor.
- k) *Distribución de tareas*. Cuando un operario termina una tarea y realiza una serie de operaciones preparatorias de la máquina o puesto de trabajo, antes de empezar con la siguiente.
- l) *Máquinas*. Recoger información en cuanto a: si es o no la más adecuada, si es factible su sustitución, si su utilización es completa, si es posible la asignación de más de una máquina a cada operario, si la altura de trabajo es apropiada etc.
- m) *Puestos de trabajo*. Se deben proyectar de forma que los materiales y herramientas estén situados dentro de las llamadas superficies y esferas óptimas-máximas de trabajo.
- n) *Herramientas*. Herramientas con mayor superficie de agarre, dispositivos de sujeción de accionamiento rápido, herramientas equilibradas, plantillas, etc.
- o) *Mantenimiento*. Las máquinas e instalaciones con el uso y el transcurso del tiempo sufren desgastes que provocan

averías. Para evitarlo, hay que establecer un programa adecuado de conservación y mantenimiento.

4.3.2. *Registro gráfico: diagramas*

Representación esquemática, pero completa y de una forma gráfica, de cómo se realiza una tarea, proceso, fabricación etc. Es una forma de representar cómo se realiza un trabajo²⁴.

Hay distintos **tipos de diagramas**, entre otros:

- a) Proceso de la operación.
- b) Proceso del recorrido.
- c) Actividades simultáneas.
- d) Mano derecha-Mano izquierda.²⁵
- e) Diagramas del proceso administrativo.

5. ESTUDIO DE TIEMPOS

5.1. Orígenes y conceptos clave en el estudio de tiempos de trabajo

A pesar de que los orígenes de los estudios de tiempos se adjudican a las investigaciones llevadas a cabo por Taylor a finales del siglo XIX en una compañía de acero de Philadelphia (Aguirre et al., 2.002), ya se efectuaban estudios de tiempos en Europa muchos años antes que lo hiciera Taylor (Niebel, 1.990).

La medición de tiempos del trabajo se basa en la aplicación de técnicas para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo que invierte un trabajador cualificado en llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida (Kanawaty, 1.996). Actualmente el estudio de los tiempos es una técnica que está encaminada a mejorar la productividad de la empresa debido a que permite descubrir los tiempos improductivos.

Tal y como nos indican Neira (2.006) y Aguirre et al. (2.002) el estudio de tiempos además de revelar los tiempos improductivos sirve para fijar los tiempos estándares de ejecución que podrán ser utilizados en:

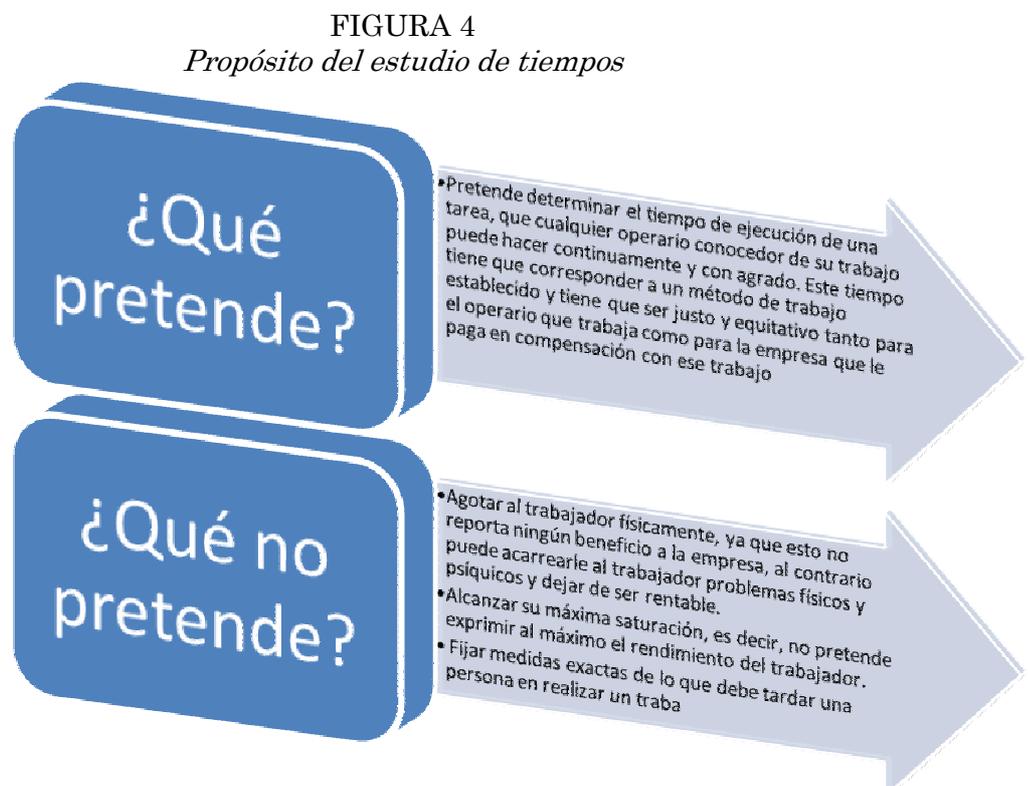
- a) Evaluar el desempeño del trabajador, comparando la producción real durante un periodo de tiempo dado con la

²⁴ Adaptado de Pérez Gutiérrez (1.989), pp. 26-27.

²⁵ Ver a modo de ejemplo pp. 344-345 de Aguirre et al. (2.002).

- producción estándar calculada por aplicación de la medida de trabajo.
- Planificar y prever las necesidades de mano de obra para cualquier producción futura.
 - Planificar y programar la producción.
 - Determinar los plazos de entrega.
 - Determinar los costos de un producto.
 - Realizar diagramas de operaciones, puesto que uno de los datos necesarios para la realización de los diagramas es el tiempo.
 - Establecer incentivos.

El propósito del estudio de tiempos viene reflejado en la siguiente figura:



Elaboración propia a partir de Aguirre et al. (2.002, p.292)

5.2. Técnicas empleadas en la medición de tiempos

A continuación se detallan las técnicas que habitualmente se emplean en la medición de tiempos.

- a) **Estimación de tiempos.** Esta técnica, reconocida como la más antigua y rápida de ejecutar, consiste en la observación directa y visual de la tarea y en su medición del tiempo de ejecución a ojo. Se trata de un procedimiento de carácter subjetivo, y a pesar de la profesionalidad de las personas encargadas de la estimación, es difícil evitar cometer errores.
- b) **Ficheros analógicos.** Esta técnica se basa en la determinación de los tiempos a partir de las estimaciones y posterior comparaciones con los datos obtenidos en trabajos similares. Se crea un fichero que incluye todas las piezas que se han realizado en los últimos años y el tiempo que se tardó en ejecutarlas. Estas fichas están ordenadas y agrupadas de mayor a menor tiempo de ejecución. Una vez estimado el tiempo, la persona experimentada compara la pieza con el fichero de otro grupo en la que se empleó ese tiempo, aunque las piezas no sean iguales. Si se aprecia diferencias se vuelve a comparar con otro grupo hasta asignar el tiempo definitivo.
Se trata de un sistema rápido, pero no tanto como el anterior, y la ventaja que tiene que los errores que pueden cometerse son mucho menores.
- c) **Tablas de datos normalizados.** Debido a que es un sistema de tiempos predeterminados, no se requiere observar al operario para establecer el tiempo de la operación. Estas normas son tablas confeccionadas en la propia compañía a partir de datos archivados durante varios meses o años sobre los tiempos empleados en la ejecución de trabajos similares.
- d) **Muestreo del trabajo (*work sampling*).** Método creado por el ingeniero Tippet, consiste en la aplicación de teoría del muestreo estadístico a las observaciones instantáneas realizadas al azar para determinar el tanto por uno de paro de una máquina o grupo de máquinas, o de un operario o grupo de operarios. Se calcula dividiendo el número de veces en el que el objeto en estudio estaba parado respecto al total de observaciones.
Su aplicación puede ser idónea en caso de que se quiera incentivar a un grupo de operarios, por su dedicación al trabajo para reducir la ociosidad.
- e) **Tablas específicas para máquinas.** Es un sistema de tiempos predeterminado donde cada tipo de máquina tiene su tabla

correspondiente de tiempos predefinidos. En ella se recogen los diferentes tiempos de medios de ejecución de cada uno de los elementos de operación que a lo largo de los años han sido necesarios para efectuar las diferentes operaciones de dicha máquina, así como su preparación para la serie.

Una de las ventajas de este sistema es el conocimiento de los tiempos a priori, y su rapidez como sistema de medición de tiempos.

- f) **MTM.** El MTM es un sistema de tiempos predeterminados basado en el estudio de la división del trabajo en los micromovimientos necesarios para ejecutar la operación. En estas tablas aparecen valorados los tiempos de cada uno de estos movimientos, a los cuales se les aplica un factor en función del peso que se maneja en cada operación.

Los micromovimientos más usuales son: alcanzar, coger, mover, movimiento de ojos, posicionar, apretar, soltar, aplicar presión, girar y andar, entre otros. Para determinar el tiempo de una operación, el técnico especializado, bien por observación directa del desarrollo de la operación, bien por filmación o imaginándose ejecutor de la misma, describe los distintos microvomientos necesarios, localiza en la tabla predeterminada el tiempo correspondiente a cada micromovimiento, y sumándolos, obtendrá el tiempo de la operación.

Hay programas informáticos que simplifican la utilización de este método, no sólo rastrean los tiempos sino que ya se obtiene directamente el tiempo de la operación.

Este sistema presenta como ventaja que evita la presencia incomoda del cronometrador y que su grado de error es de aproximadamente el 3%.

- g) **Cronometraje.** El cronometraje de un sistema consiste en observar cómo ejecuta la operación el trabajador, descomponiéndola en elementos de operación para después medir el tiempo de cada uno de ellos con la ayuda de un cronómetro. Como resultado se obtendrá un tiempo tipo que será el que se adopte definitivamente como tiempo representativo de las mediciones efectuadas.

El cronometraje se aplica en primer lugar en el taller o centro de trabajo, y después, en la oficina de Métodos y Tiempos.

En el centro de trabajo se estudiará el puesto de trabajo, se analizará el método seguido, se dividirá la tarea en elementos en que se ha descompuesto la operación

principal²⁶ y se tomarán los datos correspondientes al tiempo de reloj (la parte objetiva de la valoración), es decir el que indica el cronómetro, y el valor de la actividad (parte subjetiva de la valoración), que se refiere a la apreciación por parte del cronometrador del nivel de actividad que desarrolla el empleado.

Posteriormente, en la oficina de Métodos y Tiempos se calcula el número de observaciones que se necesitan para obtener el tiempo tipo, se hace un recuento de los datos y se obtiene el tiempo normal, que es el tiempo de reloj corregido por el factor de actuación. A continuación se determina el tiempo normal representativo, que corresponde al valor representativo de los tiempos normales obtenidos en varias mediciones de un mismo elemento, y, mediante la aplicación del coeficiente suplementario, se calcula el tiempo tipo.

6. VALORACION DE LA ACTIVIDAD, CICLOS DE TRABAJO Y ESTUDIO DE TIEMPOS TOMADOS

Para determinar cuál es el tiempo que se debe asignar a un trabajador para la realización de su tarea se puede realizar un estudio a través de un cronómetro, u otro sistema de medición de tiempos, y a través de él determinar el tiempo justo y equitativo tanto para el operario como para la empresa, que se debe asignar a una tarea.

Si medimos el tiempo de realización de una tarea a operario lento y ese tiempo se lo asignamos a todos los demás no sería justo ya que se le estaría dando más tiempo del que debería ser. Por el contrario si cronometramos a un operario rápido el tiempo que se emplearía sería muy corto y también sería injusto. Por lo tanto es necesario medir el tiempo que tardaría un operario medio, que no sea ni rápido ni lento en la ejecución de la tarea. Cabe mencionar, que en la práctica no siempre encontramos a ese operario medio y aunque lo encontremos debemos considerar que no siempre se trabaja con la misma constancia, interés y voluntad.

Tomando como base las definiciones planteadas por Ruiz (1.991, p. 35) delimitaremos algunos conceptos:

“El tiempo normal es el que precisa de un operario medio, trabajando con una actividad normal para hacer la operación considerada”

²⁶ Para más información sobre los elementos en los que se descompone la operación véase Aguirre (2.002, pp. 296-297)

“El operario medio, es una persona de constitución física normal y que tiene una inteligencia, formación y experiencia suficiente para realizar el trabajo con una calidad aceptable”.

“Actividad normal es aquella que puede realizar ese operario medio a un ritmo eficaz, que no es ni rápido ni lento para las características que rodean al trabajo”.

6.1. Factores que influyen en las variaciones en el tiempo de ejecución

En la determinación del tiempo de ejecución de las operaciones han de tenerse en cuenta las causas que originan posibles variaciones en los tiempos calculados.

- a) *Valoración del puesto de trabajo.* A pesar de que un operario medio desarrolle una actividad normal, las propias características del puesto de trabajo pueden influir en el ritmo de movimientos del operario.
- b) *Método seguido.* El método seguido por el operario influye en el tiempo de ejecución. Es importante introducir el máximo de mejoras posibles en los métodos y que el operario se adapte a ellos para reducir los tiempos.
- c) *Aptitud y voluntad del operario.* Ruiz (1.991) destaca la influencia que la voluntad y predisposición de los operarios en la realización de las tareas tienen en los tiempos de ejecución de las mismas.

6.2. Niveles de actividad

Tal y como nos indica Ruiz (1.991), en la determinación de los niveles de actividad, el método y las condiciones prácticamente permanecen constantes, mientras que lo que en realidad se valora son los niveles de aptitud y voluntad del operario.

Para realizar la valoración de la actividad primero se establece una referencia y la mejor referencia para ello es el operario medio trabajando con una actividad normal.

¿Pero cuál es la actividad normal? Las personas tenemos un sentido de la velocidad de realización y viendo un movimiento podemos decir si es lento, medio o rápido. Es preciso apreciar más de tres niveles y entrenarse con algunos ejercicios establecidos para esa actividad normal.

6.3. Escala de valoración

La escala de valoración permite fijar una serie de niveles de actividad en comparación con la actividad normal.

Una escala muy utilizada es la que llama *100 a la actividad normal y 140 a la óptima* que es la máxima que puede desarrollarse durante todas las jornadas laborables sin perjudicar la salud del operario ni hacerle caer en el agotamiento físico. En caso de superar el nivel 140 perdería su condición de óptima, debido a que iría en detrimento de la salud de los operarios o calidad del producto. En esta escala, el 0 corresponde a la inactividad total o reposo absoluto.

En las valoraciones de actividad no es fácil apreciar diferencias menores del 5%, las muy altas y muy bajas son más difíciles de valorar que las que están alrededor de la normal.

6.4. Precauciones a tener en cuenta en la valoración de la actividad

Ruiz (1.991) nos indica que el tiempo normal de una operación que se ha cronometrado varias veces debería ser el mismo, pero muchas veces no es así ya que existen ciertos elementos perturbadores como las variaciones en la posición de los materiales o herramientas, alteraciones en la realización de movimientos o variaciones en la calidad y terminado de las piezas o materias primas que llegan al lugar de trabajo, errores de pulsación de cronometro (margen de error 1%), y variaciones en la apreciación de la actividad (margen de error de 5%), entre otros. Por ello, el cronometrador no debe limitarse a tomar para un elemento y/o actividad un sólo tiempo, sino que tiene que tomar un número suficiente de binomios tiempo-actividad, para poder determinar un tiempo normal medio.

Se deben llevar a cabo tantas observaciones de la actividad que nos permitan obtener los datos con un nivel de confianza (probabilidad de no cometer un error superior al adoptado como precisión) del 95%, y un nivel de precisión (tanto por ciento que se admite como máximo de error, al tomar, la media de la muestra, como valor verdadero) de 5-10 %.

6.5. Estudio de la fatiga

“La fatiga, es una disminución reversible de la capacidad funcional de un órgano como consecuencia de un esfuerzo u otras causas que rodean al trabajo” Ruiz (1.991, p.64)

La fatiga está originada, entre otras causas, tanto por la realización de trabajo físico como estático (por ejemplo, al mantener inmóvil un peso con los brazos se efectúa un trabajo estático). A de tenerse en cuenta que a igualdad de esfuerzos, un trabajo estático es más fatigante que un trabajo dinámico puesto que en este último, el músculo una vez más cumplida su acción vuelve a relajarse.

Además del trabajo estático y el dinámico, causará fatiga el cansancio intelectual, un nivel alto de ruidos intermitentes, una atención concentrada sobre un trabajo determinado o repartida sobre varios trabajos intelectuales de larga duración, trabajos monótonos, contrariedades y problemas en la vida cotidiana, responsabilidad, insatisfacción por el trabajo que se realiza, deficiente ventilación, niveles extremos de temperaturas y humedades, inadecuada iluminación, malas relaciones humanas entre jefes y subordinados etc.

La fatiga es un factor indeseable, que existe en el trabajo y que aunque difícilmente puede eliminarse en su totalidad, sí puede reducirse de una manera considerable.

A pesar de poderse reducir la fatiga no se puede eliminar totalmente, por lo que se deduce que el tiempo normal necesario para realizar una tarea, hay que incrementarlo en unos tiempos suplementarios llamados coeficientes de recuperación o suplementos.

6.6. Estudio de los suplementos

Una vez calculado el tiempo normal y después de haber estudiado la fatiga, se ve la necesidad al asignar al operario un tiempo para la ejecución de la tarea, de tener en cuenta, no solamente el tiempo que lleva hacer este trabajo con la actuación o actividad normal, sino que también hay que contar una serie de paradas o interrupciones justificadas, que forman parte del trabajo, y que, por tanto, habrá que incorporar al tiempo a asignar por ciclo de trabajo.

Se pueden definir los suplementos como un incremento de tiempo al tiempo normal, para que el operario pueda recuperarse de la fatiga, atender sus necesidades personales y compensar unas esperas justificadas que forman parte del trabajo.

Los suplementos que generalmente se utilizan son:

- a) *Suplementos para necesidades personales.* Beber agua, lavarse las manos, ir al servicio, etc. Generalmente es constante para cada taller o fábrica.

- b) *Suplementos para recuperarse de la fatiga.* Suplemento para recuperarse de las causas mencionadas en el apartado anterior que originan la fatiga.
- c) *Suplementos por esperas.* Por control de calidad, espera de grúa, espera al personal de transportes interiores, etc.
- d) *Suplementos por trabajo limitado.* En los trabajos limitados, en los que hay muchas operaciones elementales realizadas por la máquina, el operario, por mucho que se esfuerce, no conseguirá un rendimiento establecido porque el propio proceso se lo impide. En estos casos, se aplican unos suplementos denominados *Hombre-hora* (Hh) concedidos.
- e) *Suplementos varios.* Para tomar el almuerzo, para lavarse, para mantener limpia la zona de trabajo, etc.

Estos suplementos deben aplicarse de manera individual y en forma de porcentajes, para cada uno de los elementales u operaciones elementales en que se ha descompuesto el ciclo de trabajo, y de manera justa, no utilizándolos nunca para dar mayor amplitud de ejecución a la tarea.

Tiempo improductivo imputable al trabajador

Al tiempo básico necesario para realizar una tarea hay que sumarle una serie de tiempos que hacen que inevitablemente se necesite más tiempo para realizar dicha tarea. Entre ellos se encuentra el “tiempo improductivo imputable al trabajador”.

Hemos visto algunas acciones/comportamientos que hay detrás del concepto “tiempo improductivo imputable al trabajador”. Visualice un proceso concreto con sus correspondientes puestos de trabajo/trabajadores/maquinaria...

Fuente: Elaboración propia.

Cuestiones para la reflexión y el debate

1. ¿En su ejemplo, cuáles son las acciones/comportamientos más relevantes en términos de tiempo?
2. ¿Cómo podría reducir la empresa el tiempo improductivo que se deriva de dichas acciones/comportamientos? Plantee soluciones.

6.7. Tiempos tipo

El tiempo tipo elemental lo obtendremos incrementando al tiempo normal elemental los suplementos que le correspondan.

El tiempo tipo en general, se puede definir como el tiempo que por término medio a lo largo de la jornada de trabajo, hay que asignar al operario para hacer el trabajo considerado. Suele expresarse en horas tipo o en minutos tipo, ya que es un tiempo que por estar calculado a partir del tiempo normal y tener incluidos los correspondientes suplementos, sirve para cualquier operario que tenga suficiente experiencia en su realización

Una unidad de cantidad de trabajo, de valor de trabajo, muy corrientemente empleada es el *Hombre-hora (Hh)*, que es equivalente a la producción obtenida en una hora de tiempo tipo para la operación considerada.

Es corriente emplear el Hh para identificar cantidades de trabajo o tiempos tipo, aunque realmente este segundo son horas-tipo.

6.8. Tiempo óptimo

Se entiende por tiempo óptimo el que puede costarle al operario trabajando, a la actividad óptima, la realización de una operación elemental, ciclo de trabajo o tarea completa.

Un operario con suficiente experiencia en el trabajo que realiza, aprovechando los suplementos inherentes del trabajo, puede normalmente realizar un Hombre-Hora por Hora. Si el operario realiza una actividad superior a la normal puede hacer más de 1Hh/h, empleando menos tiempo en el tiempo de ejecución del trabajo. Incluso puede hacer 1,4 Hh/h desarrollando la actividad óptima.

El estudio de los tiempos óptimos es importante para conocer las oportunidades que el operario va a tener de conseguir incentivo en aquellos trabajos en que el proceso le impide desarrollar la actividad que desee.

Ha de tenerse en cuenta en este apartado el concepto de *saturación (S)*. Se refiere al coeficiente de dividir la cantidad de trabajo manual (C') por el tiempo óptimo del ciclo de trabajo (C_i). Se da cuando el operario tiene que estar esperando a que termine un elemento maquina y no puede llegar a obtener la actividad que le interesaría porque el proceso se lo impide.

$$S = C' / C_i$$

- a) Si el trabajo es libre la saturación es igual a 1,4.
- b) Si es un trabajo limitado la S será inferior a 1,4.

6.9. Aspectos relacionados con la cantidad de trabajo

Basándonos en los conceptos expuestos en apartados anteriores delimitaremos a continuación los siguientes aspectos relacionados con la cantidad de trabajo:

- 1) *Cantidad de trabajo real.* Trabajo realizado por el operario, el trabajo manual, donde no existen los elementos u operaciones realizadas por la máquina. En estos casos todo el trabajo realizado por el operario es real. En los trabajos que existen elementos máquina, la cantidad de trabajo real es la suma de las cantidades de trabajo de los elementos manuales máquina parada y de los manuales máquina en marcha. A esta cantidad de trabajo se le designa Hh reales.
- 2) *Cantidad de trabajo pagado.* Es la cantidad de trabajo por la que efectivamente cobra el operario, y se le designa Hh pagados. En los trabajos libres, la cantidad de trabajo pagado y real son iguales, en cambio en los trabajos limitados, la cantidad de trabajo pagado es diferente al trabajo real. Pueden existir HH. pagados por dos causas:
 - a) Por causas imputables al operario, cuando el trabajo es libre y el operario no llega a realizar como término medio 1 Hh/h, ha de estudiarse la causa de por la cual realiza una actividad inferior. Suponiendo que en 8h obtenido hecho 7 Hh/h, hay que pagarle igualmente las 8 horas.
 - b) Por causas no-imputables al operario: el trabajador no puede porque se lo impide el propio proceso, ya que existe trabajo limitado, se le abonaran las Hh/h reales + los Hh/h concedidos= Hh/h pagados.
- 3) *Cantidad de trabajo deficitaria.* En un trabajo libre, después de realizarlo el operario tiene que haber obtenido como término medio 1Hh/h. En 8h debe obtener 8Hh/h, si sólo realizó 7, la diferencia entre lo que debería obtener y lo que obtuvo, es 1 en este caso, se denominan Hh/h deficitarios.
- 4) *Cantidad de trabajo concedida.* Son HH. que se aumentan a los Hh reales en los trabajos limitados para compensar al operario esta limitación. En este tipo de trabajos si sólo se tuviese en cuenta el trabajo que realmente hace el operario no obtendría primas interesantes por impedirle el propio proceso desarrollar la actividad media que desease. Por este motivo se aplican los Hh concedidos, para su determinación

se considera el período máximo en el que el operario puede estar inactivo.

- 5) *Utilización de la máquina.* Indica el nivel de aprovechamiento de la máquina por parte del operario. El objetivo perseguido no es otro que las máquinas estén paradas el menor tiempo posible.
- 6) *Actuación pagada y actuación real.* La actuación pagada nos indica la mayor posibilidad de prima a que puede llegar el operario en un trabajo limitado; y en cambio, la actuación real es el cociente de dividir el trabajo real, los Hr/h reales por el tiempo óptimo del ciclo del trabajo. Las circunstancias de tener que aplicar Hh concedidos en los trabajos limitados, es una solución justa, pero no resulta totalmente satisfactoria ni para operarios ni para empresarios. Lo ideal sería conseguir que todos los trabajadores tuvieran una saturación de 1,4 proporcionando al trabajador si lo desea llevar una actividad de 140. En muchos trabajos lo hacen asignándole un trabajo adicional durante las inactividades forzosas. Cuando esto no sea factible se aplicaran los Hh concedidos y se retribuirá al operario en función de las actuaciones pagadas por algún procedimiento.

6.10. Tablas de tiempos normalizados

El estudio de tiempos que se lleva a cabo ha de hacerse de tal forma, que los tiempos de elementos que se vayan obteniendo para cada puesto pueden servir para confeccionar tablas de tiempos normalizados. El disponer de estas tablas proporciona unas ventajas, como por ejemplo:

- a) Poder valorar sus trabajos antes de su realización.
- b) No tener que estar continuamente cronometrando.
- c) Economía en la medida de los trabajos.

La confección de estas tablas es sencilla y para aplicarla es imprescindible que los especialistas examinen cuidadosamente los métodos de trabajo y los estabilicen, antes de pasar a hacer estudios de tiempos.

Sólo se pueden hacer las tablas después de realizar suficientes cronometrajes para cada puesto que se vaya a poner a control de tiempos.

Para hacer esas tablas se realiza un índice con toda la gama de posibilidades que tiene el puesto de trabajo para el cual se establecen las tablas y es preciso llegar a tener tiempos que abarquen a todas las operaciones que allí se pueden efectuar.

Se empieza por recopilar todas las operaciones manuales de un puesto de trabajo. Si se trata de tiempos máquina se tabulan los distintos tiempos para la gama de variaciones de mecanizados automáticos que pueden hacerse.

Es preciso determinar los tiempos de las preparaciones en los cambios de trabajo, así como de las distintas manipulaciones de las diferentes piezas. Las tablas preparadas se reúnen en un dossier, que se completa con las especificaciones y características del puesto de trabajo donde serán aplicadas.

El preparador de trabajo o cronometrador tendrá que hacer las valoraciones en los tiempos de ejecución partiendo de ellas y asignando el tiempo para cada una de las operaciones que precise la pieza o trabajos a realizar objeto de la valoración.

Finalmente, es preciso controlar los resultados obtenidos, llevando a cabo un análisis de las eficacias o rendimientos medios que se van obteniendo y sacar unas conclusiones de estos resultados.

La dirección de la empresa necesita conocer estos rendimientos medios para tomar sus decisiones. Por otra parte la oficina de tiempos va a utilizar estos controles para detectar posibles anomalías en los tiempos fijados para los trabajos.

Las empresas nadan en aguas cada vez más turbulentas y deben hacer frente a una mayor rivalidad por parte de sus competidores. Es necesario que dispongan de unas estructuras de costes adecuadas sin perder de vista su flexibilidad, aprovechando al máximo sus recursos y evitando en la medida de lo posible despilfarros cualquiera que sea su naturaleza.

Un concienzudo análisis de los procesos de trabajo que se dan en la empresa, detallado y apoyado en diagramas, así como un exacto cálculo de los tiempos ayudarán a detectar imperfecciones y a plantear mejoras que deriven en una mayor productividad y competitividad empresarial.

Bibliografía

LIBROS:

Aguirre, J.M., Rodríguez, J.M., Tous, D. (2.002): *Organización y métodos de trabajo*. Madrid. Ed. Pirámide.

Kanawaty, G. (1.996): *Introducción al estudio del trabajo*. 4ta Edición revisada. Ginebra. Ed. OIT.

Neira, A. C. (2.006): *Técnicas de medición del trabajo*. Ed. FC.

Niebel, B. W. (1.990): *Ingeniería Industrial métodos, tiempos y movimientos*. México, DF. Ed. Alfaomega.

Pérez Gutiérrez (1.989): *Cómo mejorar los métodos de trabajo*. Bilbao. Ed. Deusto.

Ruiz Recio, R. (1.991): *Cómo calcular los tiempos de trabajo*. Bilbao. Ed. Deusto.

Velasco, J. (2.010): *Organización de la producción: distribución en planta y mejora de los métodos y de los tiempos*. Madrid. Ed. Pirámide.