

2.034

ESTUDIOS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS



Por:

ELKIN DARIO ARANGO

ESCUELA NACIONAL SINDICAL -ANTIOQUIA

DEPARTAMENTO DE CAPACITACION
AREA PRODUCCION Y ORGANIZACION DEL TRABAJO

MEDELLIN

ABRIL 6 DE 1.992

TABLA DE CONTENIDO

DESCOMPOSICION DEL TIEMPO DE FABRICACION	Pág. 1
ESTUDIO DEL TRABAJO	3
FACTOR HUMANO A TENER EN CUENTA EN EL ESTUDIO DE TIEMPOS	6
ESTUDIO DE TIEMPO CON CRONOMETRO	8
ELEMENTOS	10
TAMANO DE MUESTRA	11
CRONOMETRAJE	12
VALORACION, SUPLEMENTOS	13
ESTUDIO DE TIEMPOS PREDETERMINADOS	19
TIPOS DE MOVIMIENTOS Y SU REPRESENTACION	20
ANEXO. TABLAS	
BIBLIGRAFIA	25

1. ESTUDIOS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

DESCOMPOSICION DEL TIEMPO DE FABRICACION

1. CONTENIDO BASICO DEL TRABAJO: Tiempo mínimo irreductible que se necesita teóricamente para obtener una unidad de producción.

2. CONTENIDO DE TRABAJO SUPLEMENTARIO:

a. Debido a diferencias en el diseño, o a la especificación del producto.

b. Debido a métodos ineficientes de producción o de funcionamiento.

1 y 2: conforman el contenido de trabajo total.

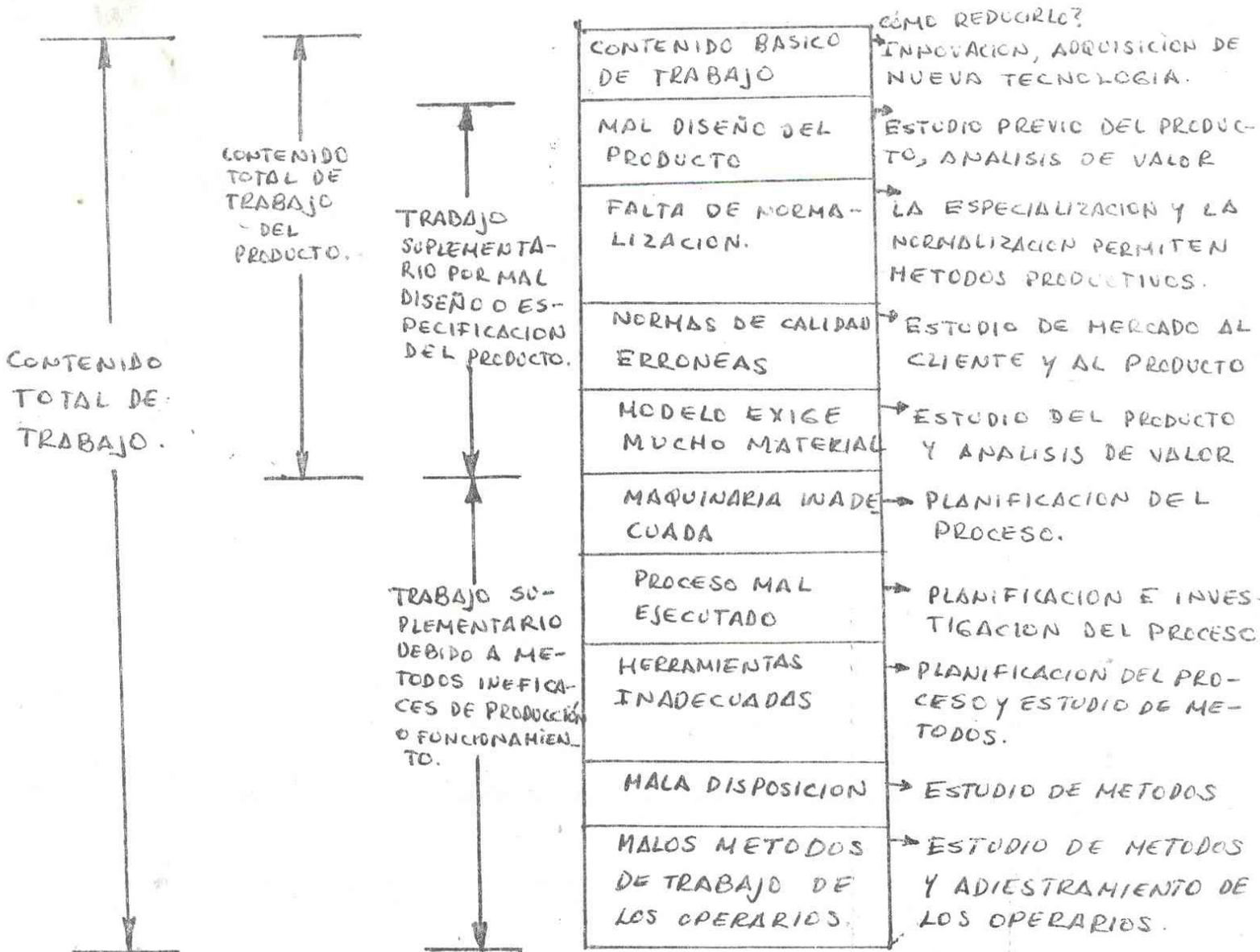
3. TIEMPO IMPRODUCTIVO:

a. Debido a la dirección deficiente.

b. Imputable al trabajador.

1, 2 y 3: Tiempo total de la operación en las condiciones existentes.

CONTENIDO DEL TRABAJO DEBIDO AL PRODUCTO Y AL PROCESO.



TIEMPO IMPRODUCTIVO (T.I.) IMPUTABLE A LA DIRECCION Y AL TRABAJADOR

TIEMPO TOTAL DE LAS OPERACIONES EN CONDICIONES EXISTENTES:

1. Contenido Básico de Trabajo
2. Tiempo de las operaciones modificables por la dirección:
 - a. variedad excesiva de productos: La comercialización y la especialización reducen el T.I. debido a la variedad de productos (hoy revaluada por las Nuevas Tecnologías).
 - b. Falta de Normalización: La normalización reduce la variedad debido a periodos cortos de producción. (reevaluada en par...
 - c. Cambio de diseño: la investigación del producto reduce el T.I. debido a cambios de diseño.
 - d. Mala planificación de trabajo y pedidos: por el control de la producción basada en la medición del trabajo.
 - e. Falta de Materias Primas: Control de materiales
 - f. Averías en las instalaciones: mantenimiento preventivo (con las nuevas tecnologías llamado mantenimiento programado)
 - g. Malas condiciones de trabajo, accidentes: mejora de condiciones de trabajo y medidas de seguridad.

TIEMPO IMPRODUCTIVO QUE EL TRABAJADOR PUEDE SUBSANAR

- a. Ausencias y retrasos: buena política de personal e incentivo.
- b. Derechos y repetición del trabajo: buena motivación y capacitación del operario.
- c. Accidentes: conocimiento de las medidas de seguridad.

ESTUDIO DEL TRABAJO

1. Estudio de Organización y Métodos: para simplificar el trabajo e idear métodos más económicos de hacerlo.
2. Medida del Trabajo: para determinar el tiempo que debe llevar 1 y 2 para lograr mayor productividad (contenido básico del trabajo y contenido suplementario de trabajo).

Definiciones:

Estudio del Trabajo: son ciertas técnicas, en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, usadas para analizar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada con el fin de efectuar mejoras.

Estudio de Métodos: registro y examen crítico, sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces, y de reducir costos.

Objetivos:

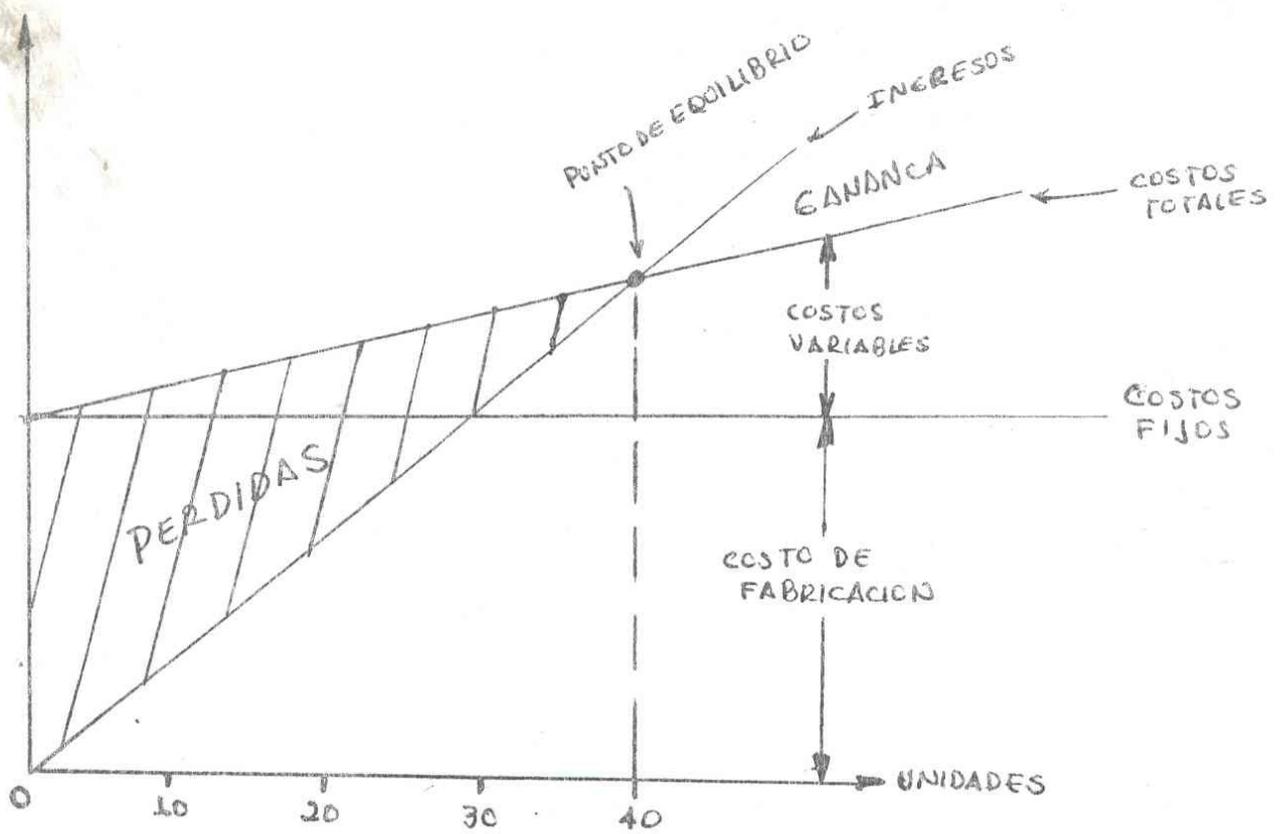
1. Mejorar los procesos y procedimientos
2. Mejorar la disposición de la fábrica, taller y lugar de trabajo, así como los modelos de maquinaria e instalaciones.
3. Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.
4. Mejorar la utilización de la maquinaria, materiales y Mano de Obra (M. de O.).
5. Crear mejores condiciones de trabajo.

Medida del Trabajo: Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida (no existe el mejor método, existen buenos métodos). Hoy la rigidez se reevalúa, se dan métodos más flexibles.

Objetivos:

1. Comparar la eficacia de varios métodos.
2. Determinar el número de máquinas que puede atender un operario.
3. Base para establecer el programa de producción.
4. Base para fijar precios de venta, plazos de entrega y presupuestos de oferta.
5. Fundamental ~~para~~ para determinar costos de M. de O.
6. Base para montar sistema de incentivos (reevaluada).

Costos e Ingresos (\$)



			UTILIDAD. (8)	} PRECIO DE VENTA DEL PRODUCTO.
	(4) COSTOS INDIRECTOS O GASTOS GENERALES DE FABRICACION.	(6) GASTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS	COSTO TOTAL DEL PRODUCTO. (7)	
	(3) COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCION	(5) COSTO DE PRODUCCION		
(1) MANO DE OBRA DIRECTA				
(2) COSTOS DIRECTOS				

FACTOR HUMANO A TENER EN CUENTA EN EL ESTUDIO DE TIEMPOS:

1. Las directivas de la Empresa:

El estudio de tipos en una organización pone al descubierto mala planeación de los directivos, flujo inadecuado de materiales debido a desorganización, cuellos de botella y almacenamientos intermedios debido a mala programación.

Todo esto revelará a todos los niveles que existe mala dirección y pone en evidencia las personas que intervienen en ello.

Por esto el Gerente no capacitado, rehusa el ser evaluado. Y cree que todos los problemas se originan en la base y él es poseedor de la verdad.

2. El supervisor:

Se le debe explicar cuales son los puestos de trabajo a estudiar, como se va a desarrollar el estudio, las ventajas de la información y el tipo de colaboración que se requiere por parte de todo el personal.

La importancia de la colaboración del supervisor, es innegable pero debe situarse en un punto equitativo entre la Gerencia y los trabajadores.

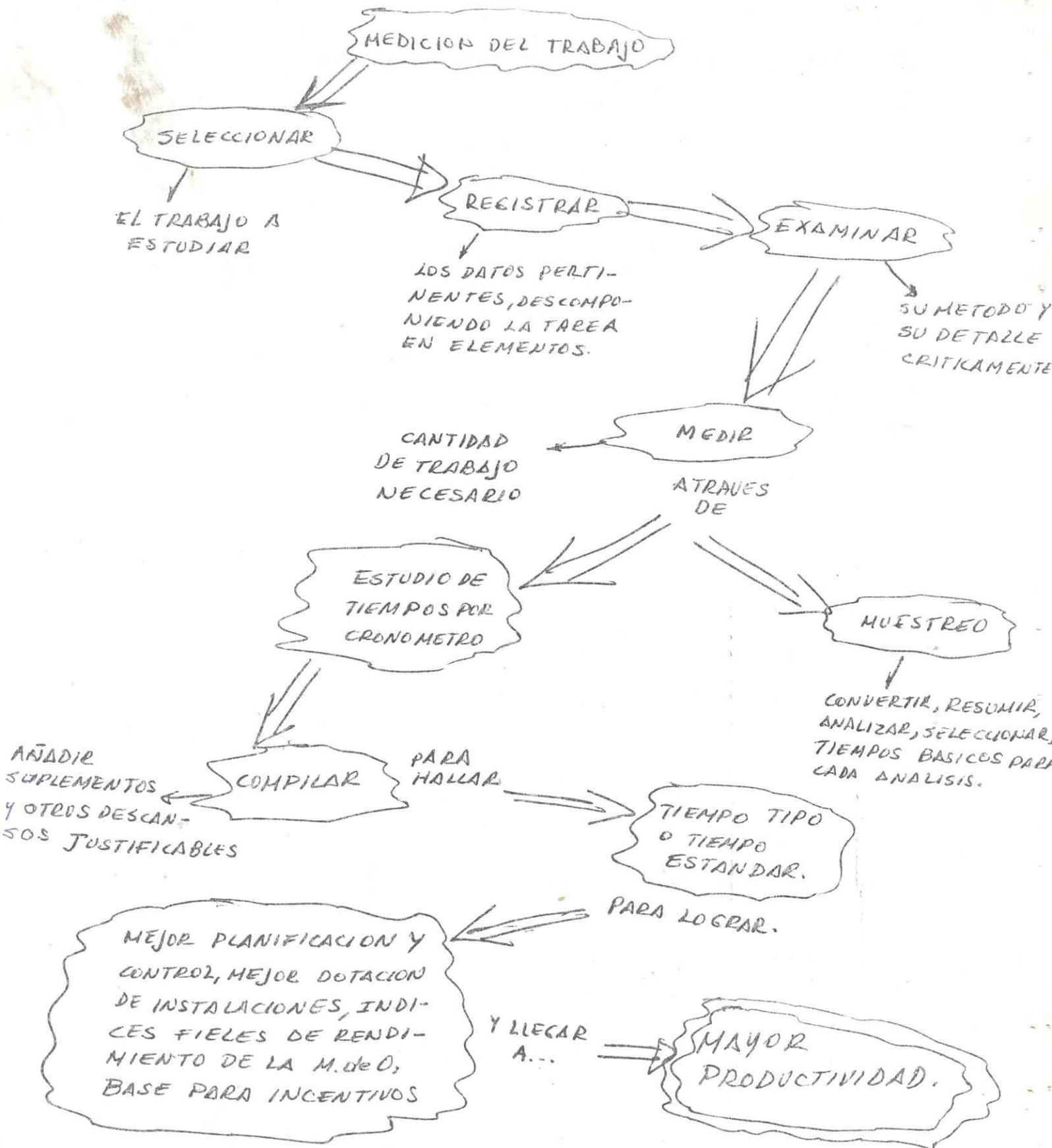
3. Los trabajadores:

Los estudios de tiempos son importantes ya que su objetivo es eliminar el tiempo improductivo dentro de la organización.

No sólo de la M. de O., sino que se pueden hacer mejoras dentro de la planta, como tener la M.P. en los puestos de trabajo a tiempos reducción de paros en la máquina a través de buen mantenimiento preventivo, etc.

CUALIDADES DEL ANALISTA DE TIEMPOS

1. Tacto: saber comprender a la gente
2. Honestidad
3. Habilidad para la industria
4. Iniciativa y creatividad
5. Criterio



ESTUDIO DE TIEMPO CON CRONOMETRO

Es el más utilizado, se realiza debido a:

1. Una novedad en la tarea (no ejecutada anteriormente).
2. Cambio en el material, método o instalaciones
3. Quejas de los trabajadores, acerca del tiempo tipo de una operación.
4. Demoras causadas por una operación lenta que retrasa las siguientes y posiblemente las anteriores.
5. Fijación de tiempos tipo antes de implantar un sistema de renumeración por incentivos.
6. Bajo rendimiento o excesivo tiempo muerto de las máquinas.
7. Comparar las ventajas de dos métodos posibles.

Para iniciar el estudio, se debe estar seguro de que el método de trabajo es bueno y que el tiempo que se determine corresponde, exclusivamente, a un método bien determinado.

TRABAJADOR CALIFICADO: Aquel en quien son reconocidas las aptitudes físicas necesarias, que posee la inteligencia e instrucción requerida y que ha adquirido la destreza y conocimientos necesarios para efectuar el trabajo. Según normas satisfactorias de Seguridad, Cantidad y Calidad.

PASOS DEL ESTUDIO:

Luego de elegir el trabajo que se va a estudiar se debe:

1. Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea, el operario y las condiciones que pueden influir en la ejecución del trabajo.
2. Registrar una descripción completa del método, descomponiendo la operación en elementos.
3. Examinar esa división para verificar si se están usando los mejores métodos y movimientos, y determinar el tamaño de la muestra.
4. Medir el tiempo con un instrumento apropiado, generalmente un cronómetro para registrar el tiempo invertido por el operario en llevar a cabo cada elemento de la operación.
5. Determinar simultáneamente la velocidad del trabajo efectivo del operario, por correlación con la idea que tenga el analista

de lo que debe ser el ritmo tipo.

6. Convertir los tiempos observados en tiempos básicos o normales.

$$T.E.TN = \frac{T. \text{ observado} \times \text{Valoración}}{\text{ritmo tipo}}$$

7. Determinar los suplementos que se añadirán a los tiempos básicos.

Suplementos por:

Fatiga

Necesidades personales

Contingencias: Eventualidades en el desarrollo normal de la actividad, Ej: reventarse una polea, etc.

8. Se determina el tiempo tipo, propio de la operación:

Tpo Tipo o Estándar = tiempo básico normal + suplem.

$$T.T. = \left[\frac{T. \text{ observado} \times \text{Valoración}}{\text{ritmo tipo}} \right] + \text{suplementación}$$

Es esencial registrar la siguiente información obtenida por observación directa, pues, si se necesita consultar luego el estudio y la información es incompleta el estudio puede ser prácticamente inútil a los pocos meses:

1. Que permita hallar e identificar rápidamente el estudio cuando se necesite.
2. Identificar con exactitud el producto o pieza fabricada: nombre, número plano, número de la pieza, material y condiciones de calidad.
3. Identificación del proceso, método y la instalación o la máquina.
4. Determinar el nombre del operario.
5. Duración del estudio, hora en que empieza, hora en que termina, tiempo transcurrido.
6. Condiciones físicas de trabajo, temperatura, humedad, buena o mala luz, etc.

Se debe comprobar el método que está usando el operario, con el método que se determinó en el primer estudio.

DEFINICION

Elemento: parte delimitada de una tarea definida, que se selecciona para facilitar su observación, medición y análisis.

Ciclo de Trabajo: sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción.

El ciclo de trabajo empieza, al comienzo del primer elemento de la operación y continúa hasta el mismo punto, -en una repetición de la operación o actividad, y termina cuando empieza el 2o. Ciclo.

VENTAJAS DE DIVIDIR LA OPERACION EN ELEMENTOS

1. Separa el tiempo productivo del improductivo.
2. Evalúa la cadencia del trabajo con mayor exactitud de la que es posible con ciclo íntegro.
3. Determina los diferentes elementos que causan fatiga y determina con mayor exactitud los respectivos suplementos.
4. Se puede especificar detalladamente el trabajo y determinar fácilmente si se omiten o se añaden elementos al método.

TIPOS DE ELEMENTOS

1. **Repetitivos:** los que reaparecen en cada uno de los ciclos estudiados, Ej: montar una pieza.
2. **Casuales:** no reaparecen en cada ciclo, sino a intervalos regulares o irregulares, Ej: aparición del supervisor.
3. **Constantes:** aquellos cuyo tiempo básico de ejecución siempre es igual, Ej: poner en marcha una máquina, calibrar una pieza.
4. **Variables:** el tiempo de ejecución cambia, según ciertas características del producto como peso, dimensión, calidad, etc.
5. **Manuales:** ejecutados totalmente por el trabajador. Ej: limar pieza, lubricar la máquina, etc.
6. **Mecánicos:** realizados exclusivamente por la máquina o proceso a base de fuerza motriz, Ej: máquina que lava ropa, torno que realiza la labor.
7. **Dominantes:** los que duran más tiempo que cualquiera de los demás elementos realizados simultáneamente Ej: **Mandrilar** una pieza y mientras tanto **calibrarla** de vez en cuando, **calentar** agua y mientras tanto **preparar** las tazas.

8. Extraños: observados durante el estudio y que al ser analizados no son parte necesaria del trabajo. Ej: lijar el borde de una tabla que no ha sido cepillada.

Los elementos que no se pueden dar a la vez son manuales y mecánicos; los demás sí.

Los elementos extraños y casuales (que no aparecen en todos los ciclos) deben cronometrarse a parte de los que sí aparecen.

Los elementos se deben de limitar claramente y ser fácilmente identificables al comienzo y al final, de modo que una vez fijados se pueden reconocer una y otra vez. Los cortes en la secuencia deben describirse cuidadosamente en una hoja de observación, quedando entendido que es el momento en que termina un elemento y comienza otro.

Se recomienda que los elementos cortos figuren al lado de elementos más largos, para que se les pueda tomar y registrar el tiempo con mayor exactitud. Los elementos manuales deben elegirse de tal forma que correspondan a segmentos unificados de la tarea. Ej: la acción de alcanzar una llave acercarla al trabajo y apretar una tuerca; se puede identificar como un elemento: tomar y colocar la llave; y cronometrar todos los movimientos juntos. Los elementos manuales deben separarse de los mecánicos, los cuales pueden calcularse por los avances de la máquina.

TAMANO DE LA MUESTRA:

El número de ciclos que se van a cronometrar depende generalmente de varios factores:

1. La exactitud y la importancia que requiere el estudio.
2. La experiencia del analista.
3. Mediante estudios estadísticos, puede determinarse el tamaño de la muestra o el número de observaciones que deben efectuarse para cada elemento, dado un nivel de confianza y un margen de exactitud predeterminados.

Método estadístico

n = Tamaño de la muestra

n^0 = Número de observaciones del estudio preliminar

x = Valor (tiempo) de las observaciones por elementos.

Si $n > n^0$ entonces debo tomar más observaciones.

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n^0 \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Ej: para un elemento dado se toman 5 observaciones y los valores de los respectivos tiempos transcurridos en centésimas de minuto

DEFINICION

Elemento: parte delimitada de una tarea definida, que se selecciona para facilitar su observación, medición y análisis.

Ciclo de Trabajo: sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción.

El ciclo de trabajo empieza, al comienzo del primer elemento de la operación y continúa hasta el mismo punto, -en una repetición de la operación o actividad, y termina cuando empieza el 2o. Ciclo.

VENTAJAS DE DIVIDIR LA OPERACION EN ELEMENTOS

1. Separa el tiempo productivo del improductivo.
2. Evalúa la cadencia del trabajo con mayor exactitud de la que es posible con ciclo íntegro.
3. Determina los diferentes elementos que causan fatiga y determina con mayor exactitud los respectivos suplementos.
4. Se puede especificar detalladamente el trabajo y determinar fácilmente si se omiten o se añaden elementos al método.

TIPOS DE ELEMENTOS

1. Repetitivos: los que reaparecen en cada uno de los ciclos estudiados, Ej: montar una pieza.
2. Casuales: no reaparecen en cada ciclo, sino a intervalos regulares o irregulares, Ej: aparición del supervisor.
3. Constantes: aquellos cuyo tiempo básico de ejecución siempre es igual, Ej: poner en marcha una máquina, calibrar una pieza.
4. Variables: el tiempo de ejecución cambia, según ciertas características del producto como peso, dimensión, calidad, etc.
5. Manuales: ejecutados totalmente por el trabajador. Ej: limar pieza, lubricar la máquina, etc.
6. Mecánicos: realizados exclusivamente por la máquina o proceso a base de fuerza motriz, Ej: máquina que lava ropa, torno que realiza la labor.
7. Dominantes: los que duran más tiempo que cualquiera de los demás elementos realizados simultáneamente Ej: **Mandrilar** una pieza y mientras tanto **calibrarla** de vez en cuando, **calentar** agua y mientras tanto **preparar** las tazas.

Al iniciar el primer elemento del primer ciclo vuelve las manecillas a cero y como primera anotación en el cuerpo de la hoja coloca el tiempo que ha pasado.

Al final del estudio cuando acaba el último ciclo se hace volver la manecilla a cero y de ahí en adelante se deja correr, hasta regresar a la oficina y se anota la hora en que llegó. Estos lapsos anotados antes y después del estudio se llaman tiempos de punteo, la hora de comienzo se resta de la de terminación y el resultado es el tiempo transcurrido que se debe anotar.

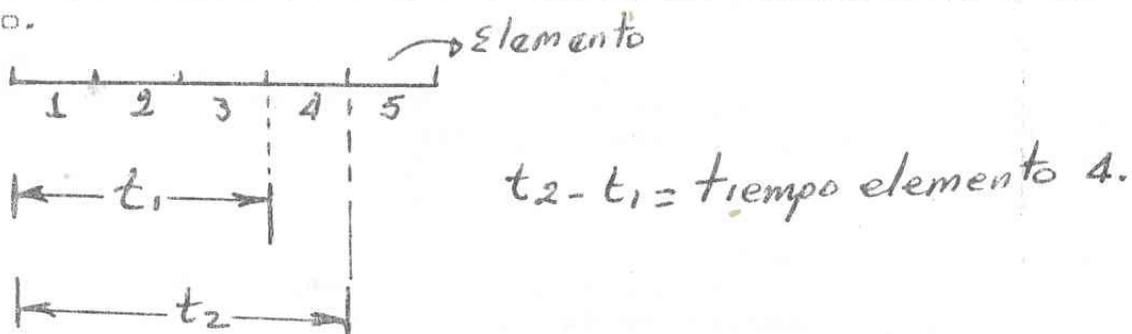
La suma de los tiempos de todos los elementos, más el tiempo improductivo más los tiempos de punteo constituyen el tiempo registrado que también se anota. En teoría el tiempo transcurrido debe coincidir con el tiempo registrado, se dan diferencias por tiempos perdidos al volver las manecillas a cero, errores de observación de la hora o de los elementos.

En la práctica cuando estas diferencias son de más del 3%, se anula el estudio. Si este procedimiento se aplica con el cronometraje acumulativo es igual al tiempo registrado ya que el cronómetro no se para en ningún momento.

Cuando se deben cronometrar trabajos con elementos cortos y ciclos breves, se usa un tercer método llamado cronometraje diferencial, el único que posibilita medir elementos que no dan tiempo para mirar el reloj y anotar la hora.

En este método se agrupan varios elementos sucesivos, de tal forma que cada uno de ellos quede comprendido una vez y excluido la vez siguiente, al final se hace una resta para determinar el tiempo que tiene.

Para este sistema se usa cronometraje acumulativo o con vuelta a cero.



VALORACION:

El concepto de valoración de la cadencia y los suplementos son los dos temas de mayor discusión en el estudio de tiempos, ya que el estudio tiene por objeto determinar tiempos tipo, para fijar volúmenes de producción, establecer la cantidad de trabajo en cada puesto y establecer sistemas de incentivos.

Los procedimientos empleados repercuten en los ingresos de los trabajadores y por ende de la empresa, por ello, seguirá siendo

(1 Min/100) son: 7,6,7,7,6
 $\Sigma = 7 + 6 + 7 + 7 + 6 = 33 \text{ cent.}$

$\Sigma x^2 = 219 \text{ cent.}^2$

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{5(219 \text{ cent.}^2 - (33 \text{ cent.})^2)}}{33} \right)^2 = 8.81 \approx 9$$

$n' = 5$ observaciones

entonces $n > n'$, $9 > 5$, tome más muestras.

En la práctica este método puede resultar difícil de aplicar, pues, un ciclo de trabajo puede contener varios elementos, que necesitan diferentes tamaños de muestra.

Como norma general el tamaño de muestra debe calcularse tomando como base el elemento que requiere el mayor tamaño de muestra.

Si los ciclos de producción son breves y la producción es en serie hay necesidad de mayor número de observaciones. Si los ciclos son largos y la producción intermitente se requiere un menor número de observaciones.

NUMERO DE CICLOS RECOMENDADOS

Minutos Por ciclo	Hast. 0.10 Min	Hast. 0.25	Hast. 0.50	Hast. 0.75	Hast. 1	Hast. 2	Hast. 5	Hast. 10	Hast. 20	Hast. 40
# de Cicl. Recomend.	200	100	60	40	30	20	15	10	8	5

CRONOMETRAJE

1. ACUMULATIVO: El reloj funciona ininterrumpidamente durante todo el estudio, se pone en marcha al principio del primer elemento del primer ciclo y no se detiene hasta acabar el estudio. Al final de cada elemento se anota la hora que marca el cronómetro y los tiempos de cada elemento se hallan haciendo las respectivas restas, después de terminar el estudio.

2. CON VUELTA A CERO: Los tiempos se toman directamente al acabar cada elemento, se hace volver el segundero a cero y se le pone de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar el elemento siguiente sin que el mecanismo del reloj se detenga ni un momento.

En los dos sistemas se procura que al salir de la oficina el analista, el reloj de pulso o pared, marque un minuto exacto, preferiblemente múltiplo de cinco minutos, pone en marcha el cronómetro y anota la hora exacta en el espacio del formulario que dice comienzo, va al puesto de trabajo donde se realizará el estudio, con el cronómetro en marcha y sólo lo detiene, cuando va a iniciar el cronometraje.

objeto de negociación entre empresa y trabajadores.

La velocidad de trabajo efectiva del operario, se hace por correlación con la idea que tenga el analista de lo que debe ser el ritmo tipo, por consiguiente es un criterio subjetivo.

TRABAJADOR REPRESENTATIVO:

Es el que posee una destreza y desempeño que corresponde al promedio estudiado, no necesariamente es un trabajador calificado. Si el grupo está conformado casi totalmente por trabajadores calificados, habrá uno o varios que además de ser calificados pueden ser representativos.

TIEMPO TIPO:

Es el tiempo que normalmente debería tardar en hacer la tarea, un trabajador calificado medio, que proceda como suele hacerlo pero con suficiente motivación, para querer cumplir con su labor, luego veremos como se representa.

VALORACION DEL RITMO:

Es comparar la cadencia real del trabajador con una idea del ritmo tipo que se ha formado el analista, al ver como trabajan naturalmente los trabajadores calificados cuando usan el método establecido y están motivados, luego se determina el desempeño tipo del trabajador calificado medio.

ESCALAS DE VALORACION:

Son escalas numéricas que se usan para calcular el ritmo de trabajo observado y el ritmo tiempo y poder compararlos.

La valoración se puede usar como factor por el cual se multiplica el tiempo básico, o sea, el tiempo que tardaría en realizar el elemento a ritmo tiempo el trabajador calificado con la suficiente motivación.

$$TR = T.D. \times \text{Valoración}$$

Ritmo Tipo

COMO SE EFECTUA LA VALORACION

Por cronometraje acumulativo el tiempo transcurrido (TR) en cada elemento será:

$$TRa = Ca, \quad TRb = Cb - Ca$$

$$TRc = Cc - Cb$$

$$TRA = Cd - Cc$$

si fueran n elementos, entonces: $TRn = Cn - C(n-1)$

$C(n-1)$ = elemento anterior al elemento n.

NOTA: El TB y el TR ó (TD), se calculan en oficina; el cronometraje (C), y la valoración (V), se realizan en el puesto de trabajo.

# DE CICLOS 10	ELEMENTO	CRONOMETRAJE (C)	VALORACION (V)	T. OBSERVADO (TR)	T.B.
1	A	7	80	7	5.6
	B	15	100	8	8
	C	27	110	12	13.2
	D	39	100	12	12

$$TRA = Ca = 7$$

$$TBA = 7 \times \frac{80}{100} = 5,6$$

$$TRB = Cb - Ca = 15 - 7 = 8$$

$$100$$

$$TRC = Cc - Cb = 27 - 15 = 12$$

$$TBB = 8 \times \frac{100}{100} = 8$$

$$TRD = Cd - Cc = 39 - 27 = 12$$

$$100$$

$$TBC = 12 \times \frac{110}{100} = 13,2$$

$$100$$

$$TBD = 12 \times \frac{100}{100} = 12$$

$$100$$

Todo lo anterior se calculó para un ciclo, de igual forma se procede con los 9 restantes. Supongamos que se presentaron los siguientes resultados:

Elemento		A	B	C	D
TB (Ciclo)	1	5.6	8	13.2	12
	2	5.4	8.1	13.1	11.9
	3	5.7	8.3	13	11.8
	4	5.5	8	13.4	12.1
	5	5.6	7.9	13	12
	6	5.4	8.1	13.2	11.9
	7	5.7	8	13.1	11.8
	8	5.8	8.3	13.4	11.9
	9	5.5	7.9	13.2	12
	10	5.6	7.9	13	11.8
Vr. Promedio de TB para c/elemento		5.58	8.05	13.16	11.92

El valor promedio de TB para cada elemento, se calcula sumando los tiempos básicos de cada elemento y dividiendolos por el número de ciclos estudiados, osea:

TBi = Tiempo básico elemento i, entonces:

$$\text{Valor promedio de TB para cada elemento} = \frac{\sum T B_i}{\# \text{ de ciclos}} = \bar{T}B_i$$

$$\bar{T}B_a = \frac{TBA}{10} = \frac{55,8}{10} = 5,58$$

$$\bar{T}B_b = 80,5/10 = 8,05$$

$$\bar{T}B_c = 131,6/10 = 13,16$$

$$\bar{T}B_d = 119,2/10 = 11,92$$

Tiempo tipo o Tiempos Estándar (T.T.) = Tiempo Básico o Tiempo Normal (TB) + Suplementos

El tiempo tipo es el tiempo total de trabajo, o contenido básico de trabajo.

$$T.T. = \left[\frac{T.O. * Valoración}{R.T. \text{ o Valor Base}} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Suplemento} \\ \text{por descanso} + \text{por} \\ \text{Suplemento} \\ \text{Contingencias} \end{array} \right]$$

$$T.T. = T.B. + \left[\begin{array}{l} \text{Suplemento por Fatiga} \\ + \\ \text{Suplemento por necesidades} \\ \text{personales.} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Suplemento} \\ \text{por} \\ \text{Contingencias} \end{array} \right]$$

COMO SE ADJUDICAN LOS SUPLEMENTOS?

Tiempo Tipo: Es el tiempo total de ejecución de una tarea a ritmo tipo, osea que está conformado por : contenido de trabajo y suplementos por contingencias (demoras), tiempo no ocupado e interferencia de las máquinas, según sea el caso:

$$T.T. = TB + \text{Suplementos} + T. \text{ Improductivos} + T. \text{ Muerto de las Máquinas}$$

Osea que aqui, el T.T., es el tiempo total de fabricacion.

SUPLEMENTO POR CONTINGENCIAS:

Es un pequeño margen que se incluye en le T.T., para preveer legitimos añadidos de trabajo o demoras que no se compensa medir con exactitud, pues, se presentan con poca frecuencia.

SUPLEMENTO POR DESCANSO:

Es el tiempo que se añade al Tiempo Básico, para posibilitar que el trabajador se reponga de los efectos fisiológicos y psicológicos, causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales; su cuantia depende de la naturaleza del trabajo.

NOTA: Los suplementos otorgados son diferentes para hombres y mujeres.

Se acostumbra usar la siguiente tabla; en la cual lo hacemos para hombre:

SUPLE- MENTO EN ELEMEN- TOS %	NECESID. PERSONAL	BASICO Y FATIGA	TRABAJO EN PIE	POSICION INCOMO- DA	LEVANTA- MIENTO DE PESO	INTEN- SIDAD DE LUZ	CALIDAD DEL AIRE	TENSION VISUAL	TENSION AUDITIVA	TENSION MENTAL	MONITO- RIA MENTAL	MONITO- RIA FI- SICA	TOTAL %
TB A (5,58)	5	4	2	7	1	5	16	0	0	0	0	0	39
B (8,05)	5	4	0	5	2	5	0	0	0	0	0	0	21
C (13,16)	5	4	2	5	2	0	0	0	0	0	2	0	20
D (11,92)	5	4	2	5	2	2	0	0	0	2	0	0	22

$TB_{total} = 38,71$

Suplemento por descanso, para cada elemento.

Elem. A = $5,58 * (0,39) = 2,176$

Elem. B = $8,05 * (0,21) = 1,69$

Elem. C = $13,16 * (0,2) = 2,63$

Elem. D = $11,92 * (0,22) = 2,62$

 Total suplem. por desc. = 9,116

NOTA: Para determinar el suplemento por contingencias, se da entre 2,5 y 4,5%, dependiendo de la frecuencia con que se presente.

$$T.T. = \left[TB(A) + TB(B) + TB(C) + TB(D) \right] + 9,116$$

$$= \left[5,58 + 8,05 + 13,16 + 11,92 \right] + 9,116$$

+ Suplementos por contingencias si se presentan que se calculan así:

TB total x % por contingencias. Supongamos que no se presenta. Entonces:

$$T.T. = 38,71 + 9,116 = 47,826$$

Centésimas de Minutos Tipo.

OTRAS FORMAS DE ADJUDICAR LOS SUPLEMENTOS

1. Como porcentaje de los tiempos básicos de la operación:

$$T.T. = TB \times \left[\frac{100}{100 - \text{suplemento en \%}} \right] \quad (*)$$

Supongamos que el suplemento en porcentaje es 20%, entonces:

$$T.T. = 38,71 \times \left[\frac{100}{100-20} \right] = 48,3875 \text{ Centésimas de Minuto.}$$

1 Minuto - 100 Centésimas

$$X \quad - \quad 38,71 \quad \text{entonces} \quad X = \frac{38,71 \text{ Cent.} \times 1 \text{ Min.}}{100 \text{ Cent.}}$$

$$X = 0,3871 \text{ Minutos/pieza}$$

Entonces, T.T. : 1 Minuto - 100 Centésimas

X - 48,3875 Cent.

Entonces X = 0,483875 Minutos/pieza

(*) Recuérdese que el T.T., es para un ciclo productivo.

2. Cuando se le da al trabajador un determinado tiempo en minutos. Para los suplementos por descanso.

Supongamos que se le dan 60 minutos de suplementos por descanso:

$$T.T. = TB + \left[\frac{\text{Minutos no utilizados por el trabajador en un día de trabajo}}{\# \text{ de piezas que el operario pueda producir en un día de trabajo a ritmo normal.}} \right]$$

Una jornada de trabajo de 8 horas contiene

8 x 60 = 480 Minutos, entonces:

$$T.T. = 38,71 \text{ Cent.} + \left[\frac{60 \text{ Min/día}}{(480 - 60 \text{ Min/día})} \right] = 38,71 \text{ Cent.} + \frac{60}{1084,99} \text{ Min/pieza}$$

$$\left[\frac{0.3871 \text{ Min/pieza}}{0.3871 \text{ Min/pieza}} \right]$$

$$T.T. = 0,3871 \text{ Min/pieza} + 0,0553 \text{ Min/pieza} = 0,4424 \text{ Min/pieza}$$

ESTUDIO DE TIEMPOS PREDETERMINADOS

Es otra herramienta de la medida del trabajo, que consiste en un conjunto de valores de tiempos, para diferentes movimientos fundamentales que se pueden usar para predeterminar el tiempo total del ciclo para las posibles estructuras de trabajo que se deseen considerar.

Los valores de tiempos fundamentales pueden usarse como bloques de construcción para pronosticar, el criterio del tiempo considerando que los valores del tiempo, se sumen adecuadamente y que los diversos movimientos requeridos por la tarea se analizan adecuadamente.

Para implantar este sistema es necesario que la parte Administrativa, supervisores, analistas, sean entrenados y se les brinde capacitación para una mejor utilización, además debería informársele a los trabajadores.

Los sistemas más conocidos hasta el momento son:

MTM = Métodos, tiempos y medida

MTM = Factor de trabajo (WORK - FACTOR)

BTM = Estudio del tiempo básico del movimiento.

Para usar el MTM, se sugiere la utilización de unas tablas, donde se resumen los datos, para diversos movimientos, como:

Alcanzar, mover, tomar, voltear, aplicación de presión, colocar,

soltar, desengranar, movimiento de ojos y otros movimientos del cuerpo.

Estos movimientos estándar están establecidos de tal forma que la mayoría de los trabajadores puedan cumplirlos o excederlos.

Para cada tipo de movimiento el tiempo estándar depende de variables físicas como, distancia y el control sensorial necesario.

Por ejemplo para el elemento de alcanzar, la variable más importante es la distancia, aunque existen otras cinco clasificaciones de alcanzar, que especifican las condiciones del objeto que se está alcanzando, ejemplo: el objeto está en posición fija, está mezclado con otros, etc.

Para el análisis del movimiento de una tarea se acoplan los alcances adecuados, acciones de sostener y movimientos para ajustar la situación general de control sensorial requerido.

Existe una unidad de medida conocida como TMU, equivalente a 0,0006 Min.

$$1 \text{ TMU} = \frac{1}{100.000} \text{ Hora} = \frac{60 \text{ Min.}}{1 \text{ Hora}} * \frac{1 \text{ Hora}}{100.000} = 0,0006 \text{ Min.}$$

ALGUNOS TIPOS DE MOVIMIENTOS Y SU REPRESENTACION

DIRIGIRSE HACIA (R): Es el elemento básico usado cuando el objetivo predominante es mover la mano, o el dedo hacia su destino, el tiempo para realizar un dirigirse hacia varía con los siguientes factores:

- La naturaleza del destino
- La longitud del movimiento
- Tipo de dirigirse hacia

Existen 5 tipos de dirigirse hacia y en el tiempo necesario para este elemento influye la naturaleza del objeto hacia el que se dirige el movimiento.

La longitud del movimiento es la trayectoria verdadera y no la línea recta definida por sus puntos extremos.

Consideremos los tres tipos más usados de dirigirse hacia:

1. La mano no está en movimiento ni al comienzo ni al final del elemento.
2. La mano está en movimiento al comienzo o al final

3. La mano está en movimiento al comienzo y al final.

Para estos estudios, se utiliza un Diagrama llamado bimanual que luego veremos en un ejemplo.

MOVER (M): Es el elemento Básico usado cuando el objetivo predominante es transportar un objeto hacia su destino. El tiempo para mover está afectado por:

- la condición (naturaleza del destino)
- la longitud del movimiento
- el tipo de mover (3 tipos)
- factor peso, estático dinámico

Se requiere un tiempo adicional, cuando se mueve un objeto o se aplica una fuerza superior a un Kilo.

GIRAR (T) Y APLICAR PRESION (AP)

Es el movimiento empleado para girar la mano vacía o cargada, mediante un movimiento de rotación de la mano, muñeca y antebrazo al rededor del eje de éste. El tiempo para girar depende de:

1. Grados del giro
2. El peso

COGER O TOMAR (G): Es el elemento básico empleado cuando el objetivo preponderante es asegurar un control suficiente de uno o más objetos, con los dedos o con la mano, a fin de permitir la ejecución del elemento básico siguiente.

PONER EN POSICION (P): Elemento básico utilizado para alinear, orientar y encajar un objeto con otro, siempre que los movimientos empleados sean tan pequeños que no justifiquen su clasificación como otros movimientos básicos. En el tiempo para poner en posición influye:

1. Clase de ajuste
2. La simetría
3. La facilidad de manejo

SOLTAR O DEJAR CARGA (RL): Es el elemento básico para que los dedos o las manos abandonen el control de un objeto. Los dos factores que considera este movimiento son: dejar normal mediante simple abertura de los dedos, dejar al contacto. Comenzando este y terminándose en el instante en que comienza el dirigirse hacia el siguiente.

DESENGRANAR O DESMONTAR (D): Elemento básico para romper el contacto entre un objeto y otro, estando incluido en él, el movimiento involuntario resultante del cese súbito de la

resistencia. En el tiempo para desmontar se incluyen las siguientes variables:

1. Clase de ajuste
2. Dificultad de manejo
3. Manejo cuidadoso

TIEMPO DE MOVIMIENTO Y ENFOQUE DEL OJO (ET) Y (EF): En muchas tareas el tiempo que el ojo emplea para moverse y enfocar un objeto, no es un factor limitativo y por consiguiente no afecta el tiempo necesario para la operación, pero cuando los ojos dirigen realmente los movimientos de las manos o el cuerpo, se debe tener en cuenta el tiempo correspondiente o visual.

Hay dos tipos de tiempo visual, el de enfoque y el de desplazamiento de la mirada.

1. El de enfoque, es el que necesitan los ojos para enfocar un objeto y mirarlo el tiempo necesario para determinar ciertas características distintivas dentro del área que puede verse sin desplazar la mirada.

2. En el tiempo de desplazamiento influye la distancia entre los puntos inicial y final de la trayectoria visual y la distancia del ojo a la trayectoria medida perpendicularmente.

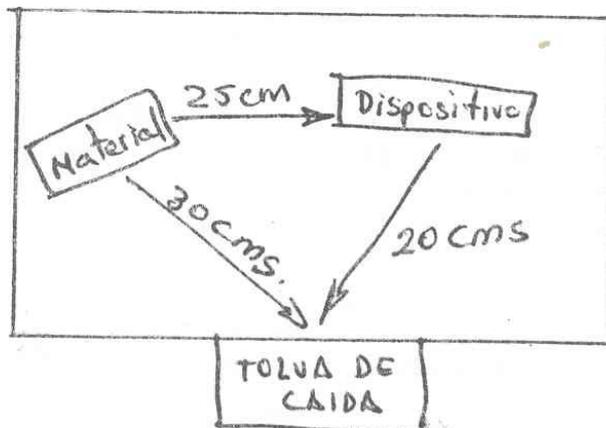
Ej: En el siguiente puesto de trabajo, se realiza la operación directa, en el diagrama bimanual (mano izquierda - mano derecha):

1 pulg. = 2,56 cm.

30 cms x 1 pulg.

$$\frac{\text{-----}}{2,56 \text{ cm}} = 12 \text{ pulg.} = 12$$

NOTA: Siempre que haya que coger como aquí, se utiliza la clave G4B, (de tablas).



○ ← operario

DIAGRAMA BIMANUAL

Descrip. Mano Izquierda	O	D	⇒	▽	O	D	⇒	▽	Descrip. Mano Derecha
Va a material			•			•			Espera
Toma material	•					•			Espera
Va a disp.			•				•		Va a disp.
Descarga material	•				•			•	Coger pieza Dist.
							•		Lleva a Tolva
					•				Soltar pieza en tolva

CUADRO DE CALCULOS

DESCRIP. M. IZOU.	#	CLAVE	TMU	CLAVE	#	DESCRIP. M. DERECH.
Va hacia material	1	R12C	14.2			
Carga material	1	G4B	9.1			
Va a dispositivo	1	M10C	13.5			
Posiciona material	1	P2SE	16.5			
Suelta material	1	RL1	2.0			
			7.9	R8A	1	Va a dispositivo
			2.0	G1A	1	Coge pieza del di
			10.6	MBB	1	Transporta a tolv
			2.0	RL1	1	Suelta pieza en t
			<u>77.7</u>			

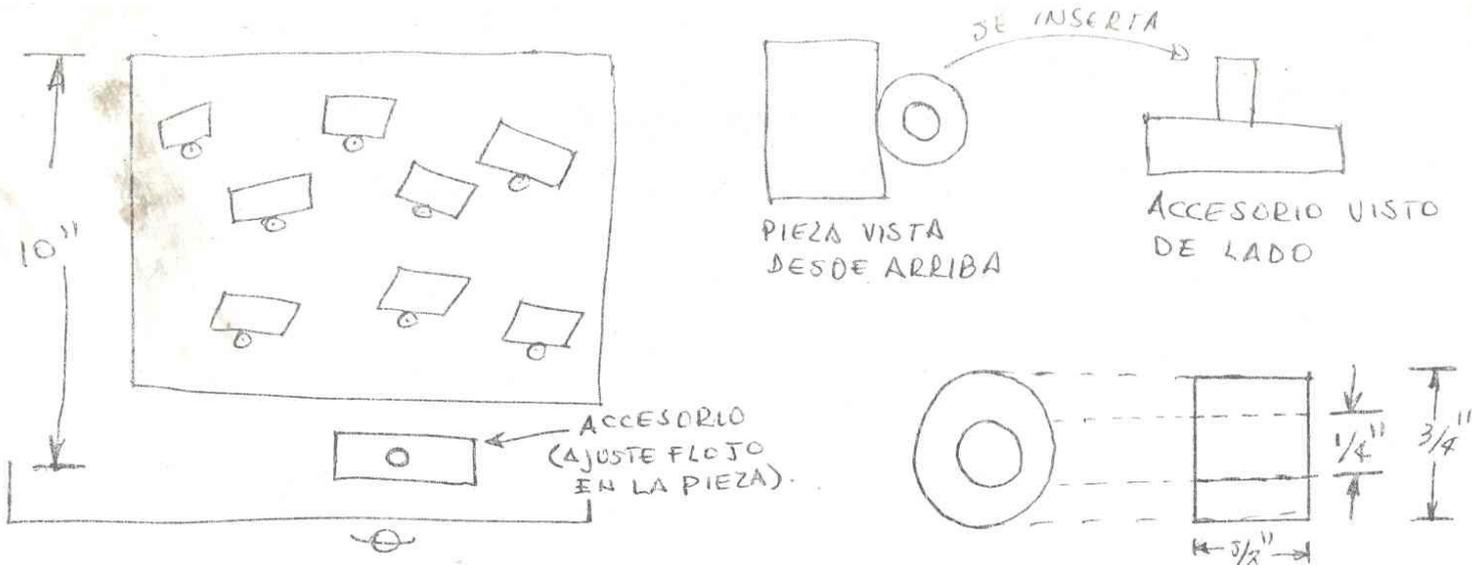
TOTAL TMU = 77.7 TMU * 0,0006 Min. = 0,0465 Min.

1 TMU

Ej: Se desea alcanzar una pieza que está en una caja de repuestos (con otras piezas) y colocarla en un accesorio.

PROCEDIMIENTO:

Llegar hasta el objeto, que está mezclando con otros en la Caja.



Movimiento	Clave MTM	Tiempo TMU
-Alcanzar una pieza de la caja	R10C	12.9
-Tomar la pieza	B4B	9.1
-Mover pieza al accesorio	M10C	13.5
-Colocar la pieza en accesorio	P1SE	5.6
-Soltar la pieza	RL1	2.0
Total	TMU	43.1 TMU

LTMU = 0,0006 Min.

En minutos: $43.1 \times 0,0006 \text{ Min.} = 0,026 \text{ Min.}$

BIBLIOGRAFIA

- 1) BARNES M. RALPH. Estudio de movimientos y tiempos. Editorial Aguilar.
- 2) OIT. Métodos de Trabajo (5a. Edición)
- 3) NIEBEL B. W. Estudio de movimientos y tiempos.
- 4) PEHUET, LOUIS. Organización técnica de la empresa industrial. Ediciones Aguilar.
- 5) CENALPO. Estudio del Trabajo. DANE.
- 6) NIEBEL. B.W. Ingeniería Industrial, Estudio de tiempos y movimientos.
- 7) BARNES M. RALPH. La técnica del muestreo aplicada a la medida del trabajo. Ediciones Aguilar.
- 8) MOORE G. FRANKLIN. Administración de producción. Editorial DIANA. 1977.
- 9) BUFFA EL WOODS. Dirección de operaciones. Edit LIMUSA - WILEY S.A. México 1975.
- 10) MAYER R. RAYMOND. Gerencia de Producción y operaciones MC. GRAW HILL.
- 11) ALFORD Y BAUGS. Manual de producción.
- 12) MAYNAR H.B. Manual de ingeniería de la producción.
- 13) MUNDEL. M.E. Estudio de tiempos y movimientos.

FECHA DEL ESTUDIO _____ DEPARTAMENTO: _____ OPERACIÓN: _____ HERRAMIENTAS UTILIZADAS: _____ MÁQUINA y Núm. _____ FUNCIONAMIENTO: AUTOMÁTICO <input type="checkbox"/> A PIE <input type="checkbox"/> A MANO <input type="checkbox"/> MATERIAL _____	TÉRMINO _____ COMIENZO _____ TIEMPO TRANSCURRIDO _____ HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPOS NOMBRE DE LA PIEZA: _____ Núm. DEL PLANO _____ PIEZA Núm. _____ VELOCIDAD: R/MIN. _____ AVANCE CM/MIN. _____ TIPO _____	ESTUDIO Núm. _____ HOJA Núm. _____ TIEMPO DEL CICLO NORMALIZADO O TOTAL DE TIEMPOS MEDIOS DE LOS ELEMENTOS FACTOR DE VALORACIÓN TIEMPO DEL CICLO NORMALIZADO RAZONES QUE ACONSEJAN LLEVAR A CABO EL ESTUDIO ORIGINAL <input type="checkbox"/> CAMBIO EN ESTUDIO DE MÉTODOS <input type="checkbox"/> COMPROBAR EL TIPO ESTABLECIDO <input type="checkbox"/> SUPLEMENTOS TIEMPO TIPO POR PIEZA _____ MIN.	PERSONALES % _____ POR RETRASO % _____ POR DESCANSO % _____ VARIOS % _____ % _____ MIN. MIN.
DISPOSICIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO		DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO	
(Grid area for location disposition)		(Grid area for method description)	
OBSERVACIONES: _____ _____ _____			

FIGURA 55. — FORMULARIO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS DE CICLO BREVE (Anverso)

(TOMADO DE METODOS DE TRABAJO. OIT)
 INT. AL ESTUDIO DEL TRABAJO.

FIGURA 56. — FORMULARIO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS DE CICLO BREVE (Reverso)

FECHA DEL ESTUDIO		HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPOS										ESTUDIO Núm. _____	
ELEMENTO Núm.		TIEMPO TRANSCURRIDO										HOJA Núm. _____	
DE PIE <input type="checkbox"/>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NOMBRE DEL OPERARIO _____	
SENTADO <input type="checkbox"/>												Núm. DE LA FICHA _____	
MOVIÉN- <input type="checkbox"/>												OBSERVADO POR _____	
DOSE												APROBADO POR _____	
CICLO Núm.											ELEMENTOS EXTRAÑOS		
1												DESCRIPCIÓN	
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
TOTAL													
Núm. DE OBS.													
MEDIA													
VALORACION %													
TIEMPO POR MATERIAL													

(GOBIERNO DE LA INDI, MINISTERIO DEL TRABAJO, CENTRO DE PRODUCTIVIDAD)

(TOMADO DE METODOS DE TRABAJO, CIT) INT. AL ESTUDIO DEL TRABAJO

(TOMADO DE METODOS DE TRABAJO. OIT)
 INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO

DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	L.C.	T.O.	T.N.
Hablar al capataz	6	150	53	25
	7	140	63	10
	1	140	28	25
	2	130	53	25
	3	125	66	13
	4	130	84	18
	5	130	13,09	25
	6	140	76	23
	7	110	89	13
	1	150	15,14	25
	2	125	41	27
	3	100	56	15
	4	110	78	22
	5	130	30	15
	6	130	58	28
	7	100	70	12
Interrupcion para tomar té	1	115	24,14	32
	2	110	46	32
	3	115	61	15
	4	135	81	20
	5	96	96	15
	6	115	25,24	28
	7	125	36	12
	1	110	68	32
	2	130	93	25
	3	110	26,08	15
	4	125	28	20
	5	50	50	22
Inspector de turno examina 3 piezas. Observaciones	6	110	140	38
	7	140	92	10
	1	130	28,21	27
	2	110	51	30
	3	130	64	13
	4	130	84	20
	5	130	29,02	18
	6	110	34	32
	7	140	44	10
	1	110	77	33
	2	115	00,05	28
	3	140	17	12
	4	130	35	18
	5	125	85	27
	6	125	23	23
	7	110	98	13
8. Ayudar peon a descargar cajas con mds piezas y cargar las terminadas en carro (100 piezas)	1	115	1,48	50
	2	125	98	50
	3	135	2,18	20
	4	110	77	32
	5	115	92	15
	6	115	3,14	22
	7	130	37	23
	1	140	62	25
	2	130	99	27
	3	130	4,24	25
	4	125	37	13
	5	100	62	25
	6	130	5,05	25
	7	100	6,00	80
9. Cronometro parado a las 10,06 h	1	36,00	36,00	36,00
	2	36,00	36,00	36,00
	3	36,00	36,00	36,00
	4	36,00	36,00	36,00
	5	36,00	36,00	36,00
	6	36,00	36,00	36,00
	7	36,00	36,00	36,00

6. ESCALAS DE VALORACIÓN INT. AL ESTUDIO DEL TRABAJO

CUADRO 10. — EJEMPLOS DE LOS NIVELES DE RENDIMIENTO CON ARREGLO A LAS TRES PRINCIPALES ESCALAS DE VALORACIÓN

Valoración normal			Descripción	Velocidad de marcha comparable ¹ (Millas por hora)	
60	75	100			
40	50	67		Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.	2 (3,2 km)
60	75	100	Ritmo normal	Constante, premeditado, como de operario que no trabaja a destajo, pero que lo hace bajo dirección competente; en apariencia lento, pero no desperdicia tiempo deliberadamente mientras se le observa.	3 (4,8 km)
80	100	133	Ritmo en trabajo por piezas	Activo, experto, como de operario medio adiestrado en trabajo a destajo; logra con seguridad el nivel de calidad y precisión fijado.	4 (6,4 km)
100	125	167		Muy rápido; el operario da muestras de gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, bastante superior a las del operario medio adiestrado.	5 (8 km)
120	150	200		Extraordinariamente rápido; concentración y esfuerzo intenso que es improbable pueda mantener durante largos períodos; actuación de « virtuoso », que sólo pueden efectuar unos pocos trabajadores sobresalientes.	6 (9,6 km)

Fuente: Adaptación de un cuadro publicado por la Engineering and Allied Employers (West of England) Association Department of Work Study.

¹ Partiendo del supuesto de un operario de estatura y facultades físicas medias, sin carga, que camine en línea recta, por terreno llano y sin obstáculos.

FORMULARIO DE ESTUDIO DE TIEMPOS

DEPARTAMENTO: <i>Taller de máquinas</i>	ESTUDIO Núm. 17
OPERACIÓN: <i>Terminar fresado segunda cara</i> E. M. Núm. 9	HOJA Núm. 1
INSTALACIÓN/MÁQUINA: <i>Fresadora vertical Cincinnati núm. 4</i> Núm. 26	TERMINO: <i>10,06 horas</i>
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: <i>Dispositivo de fijación F. 239:</i> <i>Fresa de 25,4 cm T.L.F.</i> <i>Calibrador 239/7: placa</i>	COMIENZO: <i>9,30 horas</i> TIEMPO TRANSCURRIDO: <i>36 min.</i>
PRODUCTO/PIEZA: <i>B. 239 Caja de engranajes</i> Núm. 239/1	OPERARIO: <i>Ashraf</i>
PLANO Núm. <i>B. 239/1</i> DISTR.2 MATERIAL: <i>Pieza de fundición</i>	Núm. DE LA FICHA: <i>1234</i>
CALIDAD: <i>Según dibujo</i>	OBSERVADO POR: <i>M.N.</i> FECHA: <i>3-1-55</i>
	COMPROBADO: <i>S.R.</i>

NOTA: Croquis del LUGAR DE TRABAJO/MONTAJE/PIEZA en hoja aparte y unir

DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	V.	L.C.	T.O.	T.N.	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	V.	L.C.	T.O.	T.N.	
<i>Poner en marcha cronómetro a las 9,30 h.</i>		0,00	—			6	130	4,06	25	23
1. <i>Coger pieza, colocar en dispositivo de fijación, apretar dos tuercas, fijar el cierre, poner en marcha máquina y avance automático. Profundidad del corte: 2,5 mm. Velocidad 80 r/min.: Avance 38 cm/min.</i>	150	0,23	23	35	7	125	18	12	15	
					1	110	50	32	35	
					2	115	78	28	32	
					3	115	91	13	15	
					4	115	5,11	20	23	
					5		31	20		
2. <i>Limar cantos de cara fresada, limpiar con aire comprimido</i>	130	0,48	25	33	6	140	54	23	32	
					7	115	66	12	14	
					1	110	98	32	35	
3. <i>Calibrar espesor en placa de ajuste</i>	130	0,60	12	16	2	115	6,25	27	31	
					3	115	38	13	15	
					4	115	58	20	23	
4. <i>Colocar pieza en caja; colocar nueva pieza junto máquina</i>	125	0,80	20	25	5		81	23		
					6	140	7,04	23	32	
5. <i>Esperar máquina</i>		1,05	25		7	115	16	12	14	
					1	130	43	27	35	
6. <i>Parar máquina; volver mesa, aflojar cierre, soltar dispositivo de fijación, sacar pieza terminada y colocarla sobre placa</i>	150	28	23	35	2	125	70	27	34	
					3	140	82	12	17	
					4	110	8,05	23	25	
					5		25	20		
7. <i>Limpiar mesa con aire comprimido</i>	150	36	08	12	6	130	48	23	30	
	1	150	59	23	35	7	130	58	10	13
	2	125	86	27	34	1	140	83	25	35
	3	125	99	13	16	2	150	9,06	23	35
	4	130	2,17	18	23	3	130	19	13	17
	5		40	23		4	115	41	22	25
	6	140	65	25	35	5		64	23	
	7	130	75	10	13	6	110	96	32	35
	1	140	3,00	25	35	7	125	10,08	12	15
	2	140	25	25	35	1	100	46	38	38
	3	125	38	13	16	2	150	68	22	33
	4	150	56	18	27	3	140	80	12	17
	5		81	25		4	130	98	18	23
						5		11,28	30	

(TOMADO DE: METODOS DE TRABAJO. OIT).
INTROD. AL ESTUDIO DEL TRABAJO

VI

HOJA Núm. 4		SUPLEMENTO POR DESCANSO							ESTUDIO Núm. 17			
DEPARTAMENTO: Taller de máquinas		CONSTANTE	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA O ENERGÍA MUSCULAR	MALA ILUMINACIÓN	CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	CONCENTRACIÓN INTENSA	RUIDO	TENSIÓN MENTAL	MONOTONÍA	TEDIO
PRODUCTO: B. 239 Caja de engranajes												
PESO: 6,8 kg												
OPERACIÓN: Acabado de segunda cara												
CONDICIONES DE TRABAJO: Buenas												
OPERARIO: Ashraf Núm. DE LA FICHA 1234												
SEXO: M ESTUDIADO POR: M. N. FECHA: 3/1/55												
EL. Núm.	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO											
1	Coger pieza, colocar en dispositivo de fijación, apretar dos tuercas, fijar el cierre y poner en marcha la máquina	9	2		2							13
2	Limar cantos y limpiar	9	2									11
3	Calibrar	9	2									11
4	Coger pieza, colocar en caja, coger nueva pieza y colocar junto máquina	9	2		2							13
5	Esperar máquina	9	2									11
6	Parar máquina, saltar cierre, aflojar tuercas, sacar pieza, colocar sobre placa de ajuste	9	2		2							13
7	Limpiar dispositivo de fijación con aire comprimido	9	2									11
8	Ayudar peón a cargar y descargar cajas de piezas (10 por caja = 68 kg/2 hombres) 1/100 ciclos	9	2		22							33

(TOMADO DE METODOS DE TRABAJO. CIT).
INT. AL ESTUDIO DEL TRABAJO.

CUADRO 13. — EJEMPLO DE UN SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO EN PORCENTAJES DE LOS TIEMPOS NORMALES¹

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES		E. Condiciones atmosféricas ² (Calor y humedad)	
	Hombres	Mujeres	
Suplemento por necesidades personales	5	7	
Suplemento base por fatiga	4	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES		Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de Kala (Milicalorías/cm ² /segundos)	
	Hombres	Mujeres	Suplemento ⁴
A. Suplemento por trabajar de pies			
2	2	4	
B. Suplemento por postura anormal			
Ligeramente incómoda	0	1	
Incómoda (inclinado)	2	3	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (Levantar, tirar o empujar)			
Peso levantado en kilos			
2,5	0	1	
5	1	2	
7,5	2	3	
10	3	4	
12,5	4	6	
15	5	8	
17,5	7	10	
20	9	13	
22,5	11	16	
25	13	20 (máx.)	
30	17	—	
35,5	22	—	
D. Mala iluminación ³			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	
Bastante por debajo	2	2	
Absolutamente insuficiente	5	5	
F. Concentración intensa			
Trabajos de cierta precisión	0	0	
Trabajos de precisión o fatigosos	2	2	
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5	
G. Ruido			
Continuo	0	0	
Intermitente y fuerte	2	2	
Intermitente y muy fuerte (Estidente y fuerte)	5	5	
H. Tensión mental			
Proceso bastante complejo	1	1	
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4	
Muy complejo	8	8	
I. Monotonía			
Trabajo algo monótono	0	0	
Trabajo bastante monótono	1	1	
Trabajo muy monótono	4	4	
J. Tedio			
Trabajo algo aburrido	0	0	
Trabajo aburrido	2	1	
Trabajo muy aburrido	5	2	

¹ Cifras reproducidas con autorización de la Personnel Administration Ltd., Londres.

² Véase el cuadro 2.

³ Cifras facilitadas por J. B. Shearer.

⁴ En porcentaje de la duración del turno de trabajo. Estas cifras se aplican únicamente a las personas aclimatadas.

(TOMADO DE METODOS DE TRABAJO. OIT).
INT. AL ESTUDIO DEL TRABAJO.

VIII

TOMADO DE: METODOS DE TRABAJO (OIT)

RESUMEN DE ESTUDIO DE TIEMPOS				
PRODUCTO/PIEZA: Caja de engranajes		Núm.: B. 239/1		ESTUDIO Núm. 17
PLANO Núm.: B. 239/1		DISTR. 2	MATERIAL: Pieza de fundición	
OPERACIÓN: Terminar fresado segunda cara		Núm.: 4 PET/EM Núm. 9		TIEMPO PRODUCTIVO:
INSTALACIÓN/MÁQUINA: Fresadora vertical Cincinnati núm. 4		Núm.: 26		TIEMPO IMPRODUCTIVO: 11.37 MIN.
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: Dispositivo de fijación F. 239 Fresa de 25,4 cm T.L.F. Calibre 239/7 Placa de ajuste				TIEMPO DE COMPROBACIÓN: 0.80 MIN.
INSTRUCCIONES: Profundidad del corte: 2.5 mm Velocidad: 80 r/min. Avance: 38 cm/min.				TIEMPO TOTAL: 36.00 MIN.
				OPERARIO: Ashraf
				Núm. DE LA FICHA: 1234
				H o M : H
				OBSERVADO POR: M.N.
				CALCULADO: P. O. R.
				APROBADO: S. R.
				FECHA: 3-1-55
NÚMERO DEL ELEMENTO	TIEMPO NORMAL (min.)	SUPLEMENTO POR DESCANSO (%)	NÚMERO DE REPETICIONES POR CICLO	TIEMPO ASIGNADO (min. tipo/ciclo)
1	0,35	13	1	0,40
2	0,33	11	1	0,37
3	0,16	11	1	0,18
4	0,25	13	1	0,28
5	Tiempo máquina	(Véase a continuación)	1	—
6	0,34	13	1	0,38
7	0,14	11	1	0,16
8	1,50 ¹	33	1/100	0,02
Elemento 5 Esperar máquina: Valoración ² 130				
Promedia = $\frac{0,21 \text{ min.} \times 130}{100} + 11\% \text{ S.D. (Suplemento descanso)}$				$\frac{0,30}{2,09}$
Disposición del lugar de trabajo y método aceptados. Modificaciones a comunicar al Departamento de estudio del trabajo.		SUPLEMENTO POR CAMBIO DE TRABAJO:	OTROS SUPLEMENTOS:	
(Firmado) <i>P. Pérez</i> INSPECTOR		35,0 min. tipo/lote	Contingencias 5% ¹	0,11
		TIEMPO ASIGNADO POR pieza		2,20 min. tipo
		PIEZAS POR HORA a 100		27

¹ Según estudio de la producción. Véase figura 71.

² Según estudios previos sobre este tipo de máquina.

INT. AL ESTUDIO DEL TRABAJO.

MEDIDA DEL TIEMPO DE LOS METODOS
DATOS DE APLICACION EN TMU

1 TMU = .00001 de hora
= .0006 de minuto
= .036 de segundo

TABLA I - ALCANZAR - R

Distancia Alcanzada cm.	Tiempo Nivelado TMU			Manejo/Movimiento		CASO Y DESCRIPCION
	A	B	C+D	A	B	
2 o menos	2.0	2.0	2.0	2.0	1.6	A Alcanzar a un objeto en situacion fija, o a un objeto en la otra mano o sobre el cual descansa la otra mano.
4	3.4	5.1	3.2	3.0	2.4	
6	4.5	6.5	4.4	3.9	3.1	
8	5.5	7.5	5.5	4.6	3.7	
10	6.1	8.4	6.8	4.9	4.3	
12	6.4	8.2	9.1	7.3	5.2	B Alcanzar a un solo objeto en situacion que puede variar ligeramente de un ciclo al siguiente.
14	6.8	8.8	9.7	8.8	5.4	
16	7.1	9.4	10.3	9.7	5.9	
18	7.3	9.4	10.8	10.1	6.1	
20	7.8	10.0	11.4	10.2	6.5	C Alcanzar a un objeto amontonado con otros en un grupo, de forma que ocurra buscar y seleccionar.
22	8.1	10.5	11.9	9.7	6.8	
24	8.5	11.1	12.5	10.2	7.1	D Alcanzar a un objeto muy pequeño o en donde es necesario coger con mucha precision.
26	8.8	11.7	13.0	10.7	7.4	
28	9.2	12.2	13.6	11.2	7.7	
30	9.5	12.8	14.1	11.7	8.0	
35	10.4	14.2	15.5	12.9	8.8	E Alcanzar a una situacion indefinida para poner la mano en posicion de equilibrio el cuerpo o dispuesta para realizar el proximo movimiento, o donde no estorbe.
40	11.3	15.6	16.8	14.1	9.6	
45	12.1	17.0	18.2	15.3	10.4	
50	13.0	18.4	19.6	16.5	11.2	
55	13.9	19.8	20.9	17.8	12.0	
60	14.7	21.2	22.3	19.0	12.8	
65	15.6	22.5	23.6	20.2	13.5	
70	16.5	24.1	25.0	21.4	14.3	
75	17.3	25.5	26.4	22.6	15.1	
80	18.2	26.9	27.7	23.9	15.9	

EJEMPLOS

- R25A Alcanzar, 25 cm. Caso A
- RfB Alcanzar, 2 cm o menos. Caso B
- mR75C Alcanzar, 75 cm. Caso C. en movimiento al empezar
- R20Bm Alcanzar, 20 cm. Caso B. en movimiento al final

(TOMADO DE: LOS MOVIMIENTOS BASICOS DEL MTM.
AUTIS, HONEYCOTT, JR.

Tomado De: Las MOVIMIENTOS BASICOS DEL HTH.
 ANTIS, HONEYCUT, Jr.

TABLA II. - MOVER. - M

Distancia Moverla cm.	Tiempo Muevado TMU			Hasta	Factor Multiplicador Peso Kg.		TMU Constante	CASO Y DESCRIPCION
	A	B	C		Factor	TMU		
2 o menos	2.0	2.0	2.0	1	1.00	0		A Mover el objeto a la otra mano o contra un tope.
4	3.1	4.0	4.5	2	1.04	1.6		
6	4.1	5.0	5.8	2	1.04	1.6		B Mover el objeto a una situación aproximada o indefinida.
8	5.1	5.9	6.9	4	1.07	2.8		
10	6.0	6.8	7.9	4	1.07	2.8		C Mover el objeto a una situación exacta.
12	6.9	7.7	8.8	6	1.12	4.3		
14	7.7	8.5	9.9	6	1.12	4.3		
16	8.3	9.2	10.5	8	1.17	5.8		
18	9.0	9.8	11.1	8	1.17	5.8		
20	9.6	10.3	11.7	10	1.22	7.3		
22	10.2	11.2	12.4	10	1.22	7.3		
24	10.8	11.8	13.0	12	1.27	8.8		
26	11.5	12.8	14.4	12	1.27	8.8		
28	12.1	13.2	14.4	14	1.32	10.4		
30	12.7	13.9	15.1	14	1.32	10.4		
35	14.3	14.5	16.8	16	1.38	11.9		
40	15.8	15.6	18.5	16	1.38	11.9		
45	17.4	16.8	20.1	18	1.41	13.4		
50	19.0	18.0	21.8	18	1.41	13.4		
55	20.5	19.2	23.5	20	1.46	14.9		
60	22.1	20.4	25.2	20	1.46	14.9		
65	23.6	21.6	26.9	22	1.51	16.4		
70	25.2	22.8	28.6	22	1.51	16.4		
75	26.7	24.0	30.3					
80	28.3	25.2	32.0					

TABLA III. - GIRAR Y APLICAR PRESION. - T y AP

P E S O	Tiempo Muevado TMU por Grado Girado										
	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
Pequeño — 0— 1 Kg.	2.8	3.5	4.1	4.8	5.4	6.1	6.8	7.4	8.1	8.7	9.4
Mediano — 1.1— 5 kg.	4.4	5.5	6.5	7.5	8.5	9.6	10.6	11.6	12.7	13.7	14.8
Grande — 5.1— 16 kg.	8.4	10.5	12.3	14.4	16.2	18.3	20.4	22.2	24.3	26.1	28.2

APLICAR PRESION CASO 1 16.2 TMU

APLICAR PRESION CASO 2—10.6 TMU

TABLA IV. — COGER — G

Caso	Tiempo Muevado TMU	DESCRIPCION
1A	2.0	Coger aprroximdo objetos pequeños medianos o grandes, sólidos y que se pueden coger fácilmente.
1B	3.5	Objeto muy pequeño o que yace próximo y sobre una superficie plana
1C1	7.3	Coger objeto aprroximadamente cilindrico con interferencia por escape y 4 ur 450 diametro mayor que 12 mm
1C2	8.7	Coger objeto aprroximadamente cilindrico con interferencia por escape y a un 450. Diametro entre 6 mm y 12 mm.
1C3	10.8	Coger objeto aprroximadamente cilindrico con interferencia por escape y a un 450 diametro menor que 6 mm.
2	5.6	Volver a coger
3	5.6	Coger por interferencia.
4A	7.3	Objeto amonizado con otros de forma que ocurra buscar y seleccionar Mayor que 75 X 25 X 25 mm.
4B	9.1	Objeto amonizado con otros de forma que ocurra buscar y seleccionar Mayor 6 X 6 X 3 mm y 25 X 25 X 25 mm.
4C	12.9	Objeto amonizado con otros de forma que ocurra buscar y seleccionar Mayor Entre que 6 X 6 X 3 mm.
5	0	Coger por contacto, deslizante, e por garcho.

TABLA V. — POSICIONAR *—P

CLASE DE AJUSTE	SIMETRIA	FACILIDAD DE MANEJO	
		FACIL	DE-FACIL
1 SUELTO	No hay presion	S	5.6
2 FLOJO TOCANTE	Se requiere ligera presion	SS	9.1
		S	10.4
3 EXACTO	Requiere gran presion	SS	16.2
		SS	19.7
		S	21.00
		SS	25.6
		S	43.0
		SS	46.5
		SS	52.1
		NS	47.8
			53.4

* INCLUIE DISTANCIA DE ENCAJE HASTA 2.5 cm.

EJEMPLOS

- M25A Mover, 25 cm, Caso A, peso nominal
- M50Bm Mover, 50 cm, Caso B, en movimiento al final, peso nominal
- M75C10 Mover, 75 cm, Caso C, 10 Kg, peso neto efectivo
- T30 Girar, 30° con la mano vacía
- T90S Girar, 90°, con el peso pequeño volviendo
- AP1 Aplicar Presión, Caso 1

EJEMPLOS

- G1A Coger, Caso 1A
- G2 Volver a coger
- G4A Coger, Caso 4A
- P1SE Posicionar, ajuste Clase 1 ajuste simétrico, fácil mancho
- P3SSE Posicionar, ajuste Clase 2, ajuste simétrico
- P3NSD Posicionar, ajuste Clase 3, ajuste no simétrico, difícil mancho

(TOMADO DE LOS MOVIMIENTOS BASICOS DEL UTM. AUTIS, HOPEY CUTT, JR.

TABLA VI — SOLTAR — RL

Caso	Tiempo Nuevo T.M.U	DESCRIPCION	Movim. facil	Movim. dificil	CLASE DE AJUSTE
1	2.0	Soltar normal, efectuado al separar los dedos como movimiento independiente.	4.0	5.7	1—Suelto—Esfuerzo muy pequeño, se une al movimiento subsiguiente.
2	0	Soltar el contacto.	7.5	11.8	2—Topo—Esfuerzo normal, re-laxado ligero.
			22.9	34.7	3—Duro—Esfuerzo considerable, la mano retrocede marcadamente.

TABLA VII — DESMONTAR — D

Caso	Tiempo Nuevo T.M.U	DESCRIPCION	Movim. facil	Movim. dificil	CLASE DE AJUSTE
1	2.0	Soltar normal, efectuado al separar los dedos como movimiento independiente.	4.0	5.7	1—Suelto—Esfuerzo muy pequeño, se une al movimiento subsiguiente.
2	0	Soltar el contacto.	7.5	11.8	2—Topo—Esfuerzo normal, re-laxado ligero.
			22.9	34.7	3—Duro—Esfuerzo considerable, la mano retrocede marcadamente.

TABLA VIII — TIEMPO RECORRIDO OCULAR Y ENFOQUE OCULAR — ET Y EF

Tiempo de recorrido ocular = $15.2 \times \frac{D}{T}$ T.M.U
 donde T = distancia entre los puntos de recorrido ocular,
 D = distancia perpendicular desde el ojo a la línea de recorrido T, valor máximo de la fórmula 20 T.M.U
 Tiempo de enfoque = $7.3 T.M.U$

TABLA IX — MOVIMIENTOS DEL CUERPO, PIERNA Y PIE

DESCRIPCION	SIMBOLO	DISTANCIA	TIEMPO NIVELADO T.M.U
Movimiento del pie—Giro alrededor del tobillo. Con gran precisión.	FM FM/P LM	Hasta 10 cm. Hasta 15 cm. Cada cm. adicional	8.5 19.1 7.1
Movimiento de la pierna o del muslo	SS-C1	Menos de 30 cm. 30 cm. Cada cm. adicional	Use tiempo de Alcanzar o Mover 17.0 0.2 34.1
Paso lateral — Caso 1 — Se termina cuando la pierna de salida hace contacto con el suelo. Caso 2 — La pierna retrasada ha de hacer contacto con el suelo antes que se pueda realizar el siguiente movimiento.	SS-C2	Cada cm. adicional	0.4
Doblarse adelante o atrás en una rodilla. Levantarse. Atrodillarse en el suelo—Ambas rodillas levantarse.	B, S, KOK AB, AS, ANOK KBY ASBY		29.0 31.9 69.4 79.7
Sentarse. Levantarse desde la posición de sentado girar el cuerpo 45 a 90 grados.	SIT STD		34.7 43.4
Caso 1 — Termina cuando la pierna de salida hace contacto con el suelo. Caso 2 — La pierna retrasada ha de hacer contacto con el suelo antes de que se pueda realizar el siguiente movimiento.	TBC1 TBC2		18.6 37.2
Andar Andar	W.M. W.P.	Por medio Por paso	17.4 15.0

EJEMPLOS

- RL1 Soltar, Caso 1
- D2E Desmontar, Ajuste Clase 2,
- EF fácil manejo
- LM8 Enfoque Ocular
- Movimiento de Pierna, 8"

TABLA X — MOVIMIENTOS SIMULTANEOS

ALCANZAR	M O V E R	C O G E R	POSICION	DESMONTAR	MOVIM. EN
A, E	B, C, D, A, Bm	B, C	P1S, P2S, P2NS, P2NS	D1E, D2	COCG
					MOVER
					ALCANZAR
					COGER
					POSICION
					DESMONTAR

- FACIL de realizar simultaneamente
 - Puede realizarse simultaneamente con PRACTICA
 - DIFICIL de ejecutar simultaneamente, incluso despues de gran experiencia. Permitir ambos tiempos MOVIMIENTOS NO INCLUIDOS EN LA TABLA.

GIRAR—Normalmente FACIL con todos los movimientos, excepto cuando GIRAR esta controlado o con DESMONTAR.
APLICAR PRESION—Puede ser FACIL, PRACTICA o DIFICIL. Se ha de analizar cada caso.
POSICION—Clase 3—Siempre DIFICIL.
DESMONTAR—Clase 3—Normalmente DIFICIL.
SOLTAR—Siempre FACIL.

* W = Dentro de área de visión normal.
 0 = Fuera de área de visión normal.
 ** E = FACIL de manejar.
 D = DIFICIL de manejar.

MEDIDA DEL TIEMPO DE LOS METODOS M. T. M. (Datos de aplicación en TMUs y Centímetros)	
No se infiere aplicar estos datos en ninguna forma a menos que se este propiamente entrenado para hacerlo. No se responde por malos resultados.	
MTM ASSOCIATION FOR STANDARDS AND RESEARCH 9-10 SADDLE RIVER ROAD FAIR LAWN, N. J., U.S.A. 07410 NORRIS & ELLIOTT, S.A. MEXICO	1000 TMU = 0.01 hora = 0.60 minutos = 36.0 Seg.

DATOS SUPLEMENTARIOS
(Suplementos 8 y 9)
TABLA 1 — POSICION — P (centímetros)

CLASE DE AJUSTE	CLASE DE AJUSTE		PROFUNDIDAD DE ENCAJE — E					
	CLASE DE SIMETRIA	CLASE DE AJUSTE SIMETRIA	A	1	2	3	4	
CLARO	21	S	3.0	3.4	6.4	7.2	8.1	9.0
		SS	3.0	10.3	13.3	14.1	15.0	15.9
		NS	4.8	15.5	18.5	19.3	20.2	21.1
22	.064—380	S	7.2	7.2	11.7	12.6	13.4	14.3
		SS	8.0	14.9	19.4	20.3	21.1	22.00
		NS	9.5	20.2	24.7	25.6	26.4	27.3
23 *	.013—063 INCLUSIVE	S	9.5	9.5	15.8	17.6	19.5	31.4
		SS	10.4	17.3	23.6	25.4	27.3	29.2
		NS	12.2	22.9	29.2	31.0	32.9	34.8

* ATORORES — Agregue el número observado de "APs."
 * DIFICULTAD DE MANEJO — Agregue número observado de "G2".
 (A) Determine la Simetria por las propiedades geométricas.
 Excepción — Use "S" cuando haya orientación preva al "M".

EJEMPLOS

- 2SS4 Posicionar, ajuste Clase 22, ajuste semisimétrico, profundidad de inserción mayor de 2.0 a 3.0 cm inclusive
- 3S0 Posicionar, ajuste Clase 23, ajuste simétrico, profundidad de inserción a 6 mm inclusive

TABLA 2 — APLICAR PRESION — AP —

Aplicar fuerza (AF) = 1.0 - 1.03 X C / 450 (grupos) TMUS hasta 5.00 Kg. = 4.0 TMU max. por 5.00 Kg. o más.

PAUSA, mínimo (DM) = 4.2 TMU	SOLTAR FUERZA (RLF) = 3.0 TMU.
AP = AF + PAUSA + RLF	ARB = AP + G2

EJEMPLOS

- AP01 Aplicar Presión, Fuerza 1 Kg, 8.8 TMU
- APB04 Aplicar Presión, Fuerza 4 Kg, Atorón ocurrido, 16.2 TMU

Tablas MTM Propiedad literaria registrada por la MTM Association for Standards and Research, Ann Arbor, Michigan. Usadas con el permiso respectivo.

TABLA — 3 — MANIVELA — C

MOVIMIENTO CIRCULAR MAYOR A 3/4 de Vuelta

DIAMETRO centímetros	REVOLUCIONES		FORMULAS
	PRIMERA	Y ADICIONAL-Z	
10.2*	16.6	11.4	UNA EN UNA
12.7	17.3	12.1	(VF + K) N = IC
15.2	17.9	12.7	CONTINUAS
17.8	18.4	13.2	$[Y + (N - 1Z)] F + K = C$
20.3	18.8	13.6	N = vueltas
23.0	19.2	14.0	F = resistencia por peso
25.4	19.6	14.4	K = Constante Estática.
30.5	20.2	15.0	

* TOMESE EL VALOR MAS CERCANO

(TOMADO DE: LOS MOVIMIENTOS BASICOS DEL MTM. AUTIS, HONEYCUTT, Jr.)

BIBLIOGRAFIA

- 1) BARNES M. RALPH. Estudio de movimientos y tiempos. Editorial Aguilar.
- 2) OIT. Métodos de Trabajo (5a. Edición)
- 3) NIEBEL B. W. Estudio de movimientos y tiempos.
- 4) PEHUET, LOUIS. Organización técnica de la empresa industrial. Ediciones Aguilar.
- 5) CENALPO. Estudio del Trabajo. DANE.
- 6) NIEBEL. B.W. Ingeniería Industrial, Estudio de tiempos y movimientos.
- 7) BARNES M. RALPH. La técnica del muestreo aplicada a la medida del trabajo. Ediciones Aguilar.
- 8) MOORE G. FRANKLIN. Administración de producción. Editorial DIANA. 1977.
- 9) BUFFA EL WOODS. Dirección de operaciones. Edit LIMUSA - WILEY S.A. México 1975.
- 10) MAYER R. RAYMOND. Gerencia de Producción y operaciones MC. GRAW HILL.
- 11) ALFORD Y BAUGS. Manual de producción.
- 12) MAYNAR H.B. Manual de ingeniería de la producción.
- 13) MUNDEL. M.E. Estudio de tiempos y movimientos.