

4. ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONOMETRO

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- a) Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- b) Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- c) Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- d) Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- e) Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

Pasos para su realización

I. Preparación

- Se selecciona la operación
- Se selecciona al trabajador
- Se realiza un análisis de comprobación del método de trabajo.
- Se establece una actitud frente al trabajador.

II. Ejecución

- Se obtiene y registra la información.
- Se descompone la tarea en elementos.
- Se cronometra.
- Se calcula el tiempo observado.

III. Valoración

- Se valora el ritmo normal del trabajador promedio.
- Se aplican las técnicas de valoración.
- Se calcula el tiempo base o el tiempo valorado.

IV. Suplementos

- Análisis de demoras
- Estudio de fatiga
- Cálculo de suplementos y sus tolerancias

V. Tiempo estándar

- Error de tiempo estándar
- Cálculo de frecuencia de los elementos
- Determinación de tiempos de interferencia
- Cálculo de tiempo estándar

ESTUDIOS DE LOS TIEMPOS DE TRABAJO

- consideraciones generales sobre medición del trabajo.
- unidades de tiempo
- normas de tiempo para el trabajo con máquinas
- el tiempo tipo, ciclo optimo
- utilización de tiempos tipo
- tiempo normal y numero de observaciones
- clases de elementos
- suplementos
- frecuencias
- conceptos relacionados con el ciclo de trabajo
- modo de realizar un estudio de tiempos completo
- tablas de datos normalizados y fórmulas de tiempos
- salarios con incentivos
- relaciones humanas

ESTUDIO DE TIEMPOS: CRONOMETRAJE

- ❖ introducción
- ❖ técnicas del cronometraje
- ❖ unidades de tiempo y tipo de cronómetros
- ❖ valoración de la actividad
 - Concepto y finalidad de la operación.

- Ritmo tipo y desempeño tipo
- Objeto de la valoración
- Escalas de valoración
- ❖ número de observaciones
 - Tamaño de la muestra
- ❖ recuento de datos
 - Procedimientos: por Gráficos y de Cálculo

ESTUDIO DE TIEMPOS.

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

ALTERNATIVAS PARA LLEVAR A CABO UN ESTUDIO DE TIEMPOS:

CRONOMETRO. λ EXISTEN DOS TIPOS:

-Cronometro tradicional; con decimos de minuto.

-Cronometro electrónico; mucho mas practico.

TANTEO λ En este método el analista usa la vista y tantea el tiempo por medio de las observaciones establecidas.

DATOS ESTADISTICOS λ Se usan los datos obtenidos anteriormente registrados de tareas similares.

CAMARAS DE VIDEO λ Graban los métodos que usa el operador y el tiempo que transcurre, se registran los detalles exactos y son excelentes para la capacitación de analistas de tiempos.

TABLERO DE ESTUDIO DE TIEMPOS. λ Este tablero es ligero y fuerte, ya que es un apoyo necesario para una forma y tiene un reloj montado en la esquina superior derecha y un resorte a la izquierda para sostener la forma.

4.1. Definición del estudio de tiempos

El octavo paso del procedimiento sistemático para proyectar un centro de trabajo para la fabricación de un producto, consiste en el establecimiento de estándares de tiempos. Existen varias técnicas de medición del trabajo (estudio de tiempos con cronómetro, datos de

estándares, fórmulas de tiempos o estudios de muestreo del trabajo) que son buenos medios para establecer estándares justos de producción.

Todos estos métodos se basan en hechos. Estudian cada detalle del trabajo y su relación con el tiempo normal que se requiere para ejecutar el ciclo completo. Los estándares de tiempo cuidadosamente establecidos posibilitan una mayor producción en una planta, incrementando así la eficiencia del equipo y del personal que la opera. Estándares deficientemente establecidos, aunque sirvan más que no utilizar ninguno, ocasionarán inevitablemente costos más elevados, dificultades con los trabajadores y aun una posible crisis de la empresa.

A fin de lograr la implantación satisfactoria de una técnica de medición del trabajo, debe haber un verdadero empeño por parte de la dirección o gerencia de una empresa. Tal empeño requiere aplicar entusiasmo, tiempo y los recursos financieros en forma continua.

Un programa de medición de trabajo que funcione sin tropiezos requerirá considerable planeación y comunicación eficaz por parte de todos los miembros de una empresa. Antes de la introducción del programa se habrán fijado claramente los objetivos y la política a seguir, y deben emplearse analistas diestros y experimentados. Una buena comunicación es esencial durante la implantación y durante el desarrollo del programa. Todos los niveles directivos y los trabajadores deben mantenerse informados acerca del avance de la implantación y de la mecánica del programa. A medida que se disponga de los datos del sistema de medición de trabajo deberán utilizarse éstos. Unos buenos estándares tienen muchas aplicaciones que pueden significar la diferencia entre el éxito y el fracaso de una actividad. Deben ser utilizados con fines de planeamiento, y para la comparación de métodos en alternativa, una eficaz distribución de equipo en planta, determinar capacidades, compra de equipo nuevo, equilibrar la fuerza de trabajo con el trabajo disponible, control de producción, implantación de incentivos, control de costos estándares y de presupuesto, etc.

DEFINICIÓN DE ESTUDIO DE TIEMPOS

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.

- Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

4.2 Alternativas para llevar a cabo un estudio de tiempos

El cálculo de tiempos tipo por este procedimiento es totalmente subjetivo. Sólo puede aplicarse en aquellos casos en los que el error de la medición tiene pequeñas repercusiones económicas, como ocurre al tener que establecer tiempos de trabajo para pocas piezas.

El tiempo tipo dado, para realizar una o pocas piezas, es un valor «estimado» por los mandos por aquellos profesionales que poseen una gran experiencia en la ejecución de trabajos similares.

- El tiempo tipo: Es el tiempo necesario para que un trabajador capacitado y conocedor de la tarea, la realice a ritmo normal más los suplementos de interrupción necesarios, para que el citado operario descanse de la fatiga producida por el propio trabajo y pueda atender sus necesidades personales.

Datos Históricos

Hay empresas que tienen por costumbre anotar en una ficha determinada, una para cada tarea en particular, los tiempos empleados en ejecutar esa tarea. Al ir anotando los tiempos cada vez que se repiten los trabajos, se van recopilando en cada ficha una serie de datos, que son los que sirven para calcular los tiempos tipo por este procedimiento.

Sabiendo que la distribución de consecuencias de los tiempos empleados en realizar una misma tarea, siguiendo siempre el mismo método de trabajo, se agrupan según indica la estadística, fácil será, con los datos obtenidos. Determinar los parámetros que nos definen su curva de distribución. No obstante, y debido a que los datos recopilados no tienen una gran precisión. el cálculo del tiempo se realiza calculando una media ponderada. O sea:

$$T_p = T_o + 4 T_m + T_a$$

6 en la que:

Tp, es el tiempo tipo.

To, es el tiempo óptimo registrado

Tm, es el tiempo modal

Ta, es el tiempo más abultado.

Si el ciclo a estudiar corresponde a una tarea completamente nueva y por lo tanto no existen datos históricos, siempre existirá la posibilidad de compararla con otras parecidas

c) Muestreo

Este sistema se utiliza cuando hay que calcular los tiempos de gran número de tareas hechas en puestos de trabajo diferentes. Para su ejecución práctica es preciso disponer de un reloj registrador de tiempo que nos indique la hora de comienzo de terminación de cada tarea.

La fórmula que nos determina el tiempo tipo por pieza es:

$$T_p = \frac{TE \times p \times FR \times (1 + K)}{n}$$

En efecto

TE: Si en un puesto de trabajo determinado se producen n piezas, y se ha anotado un reloj registrador, el comienzo y el fin de la tarea, la diferencia de esas dos lecturas nos indica el Tiempo empleado = TE

p: Si el analista de tiempos, al observar cada puesto de trabajo anota si el operario está trabajando o parado, el recuento de los datos tomados, nos permite calcular el % tiempo que está trabajando o parado.

p : es el % medio que el operario está trabajando determinado por muestreo.

(TE x p), se define como tiempo de reloj (TR). FR: se llama «factor de ritmo». K: es el suplemento de descanso. n: es el número de piezas que contiene el lote, cuyo tiempo se está midiendo. Resumiendo: El cálculo del tiempo tipo por pieza se reduce a determinar los valores que en cada puesto de trabajo tienen los factores de la expresión siguiente:

$$T_p = \frac{TE \times p \times FR \times (1 + K)}{n}$$

d) Tiempos predeterminados.

Los sistemas de medición de tiempos tipo, según valores predeterminados, se basan en analizar los movimientos elementales que constituyen el ciclo a medir, cuyos valores tipo aparecen en tablas, en función de su nivel de actuación.

Los diversos elementos en que se ha descompuesto la tarea no son otra cosa que micromovimientos similares a los therbligs y medidos en la unidad de tiempo denominada UMT (Unidad de medida de Tiempos), cuyo valor es:

$$\begin{aligned} 1\text{UMT} &= 0.00001 \text{ hora} = 1/1000.000 \text{ hora} \\ &= 0.0006 \text{ minutos} \\ &= 0.036 \text{ segundos} \end{aligned}$$

El proceso seguido por este sistema, para calcular valores tipo, es el siguiente:

- Descomponer la tarea en sus micromovimientos elementales. Valorar cada micromovimiento utilizando las tablas correspondientes. Determinar el tiempo tipo de la tarea por la suma de los tiempos elementales, deducidos de las tablas, de los diversos micromovimientos que constituyen el trabajo estudiado.

Aunque existen más de 200 sistemas de cálculo de tiempos tipo se diferencian unos de otros fundamentalmente en la clasificación de los elementos que constituyen el ciclo de trabajo. Los más conocidos por los industriales son los denominados:

MTM. (METHODS TIME MEASUREMENT)

MTA. (MOTION TIME ANALYSIS)

WORK FACTOR

BMT. (BASIC MOTION TIME STUDY)

DMT (DIMENSIONAL MOTION TIME)

Resaltando entre ellos el MTM, y dentro de éstos, sus derivados:

N4TNI-I, MTM-2 y N'ITM-X, para su aplicación en talleres. LOC, MCD y STA, para su aplicación en la medición de trabajos administrativos.

MTM-1

Los 18 micromovimientos que se denominaron therblig, han sido sustituidos en este sistema, por los ocho elementos básicos siguientes: Alcanzar. Mover. Girar. Aplicar presión. Coger. Posicionar. Soltar. Desmontar, cuya cuantía, medida en LMT, y recogida en tablas, varía en función de la distancia recorrida, peso del objeto, enfoque ocular, etc.

MTM-2

Es, con mucho, el sistema de tiempos predeterminados más utilizado en la industria. Los micromovimientos básicos del MTM-2 son conceptos básicos clasificados y definidos por categorías. Las tablas de los tiempos predeterminados, valorados en IJTM, indican el

símbolo, las distancias recorridas, la complejidad del concepto, el peso del objeto y los valores de cada micromovimiento dado en UMT. Aunque el cálculo de los tiempos empleando los sistemas de tiempos predeterminados da resultados de una gran precisión, su aplicación solo puede ser realizada por aquellos operarios que siendo buenos profesionales, son también cronometradores y han sido formados teórica y prácticamente en estos sistemas de tiempos predeterminados.

La aplicación de Mejora de Métodos de Trabajo, junto con el carácter objetivo que posee la determinación de tiempos tipo por el sistema de tiempos predeterminados, son las razones fundamentales que justificarían su importancia.

CRONOMETRAJE.

El cálculo de tiempos de trabajo por medio del cronómetro, es el sistemas más utilizado en las industrias. Es preciso calcular los actores siguientes:

TR = Tiempo medido con el reloj, que en este caso será el cronómetro

FR = Factor de Ritmo, definido anteriormente

TN = Tiempo Normal, y

K Suplementos,

DATOS TIPO.

De una manera parecida a la explicada en los tiempos predeterminados, también se miden en la industria y se calculan tiempos tipo con la ayuda de tablas, elaboradas en la propia empresa, cuyos valores se han determinado realizando mediciones con un cronómetro. El tiempo tipo de una tarea es, también la suma de los tiempos tipo de cada uno de los elementos que la forman.

Este sistema de medición es muy empleado en las empresas que trabajan bajo pedido, ya que su aplicación permite predeterminar los tiempos de ejecución de las diversas tareas. Los cronometradores deben ser muy buenos.

4.3 Requisitos que se deben de cumplir para llevar a cabo un buen estudio del tiempo.

Para hacer un buen estudio de tiempo es necesario que exista un entendimiento entre analista, representante del sindicato, supervisor y operario. Esto es con el fin de llevar acabo un buen proceso, eliminando movimientos innecesarios o sustituyéndolos por otros más óptimos.

RESPONSABILIDAD DEL ANALISTA

Todo trabajo involucra distintos grados de habilidad, lo mismo que de esfuerzo físico y mental. Es sencillo para el analista observar a un empleado y medir el tiempo real que le toma realizar un trabajo. Es esencial que haya un entendimiento completo entre el supervisor, el empleado, el representante sindical, y el analista de estudio de tiempo. Este último debe tener la seguridad de que se usa el método correcto, registrar con precisión los tiempos que tomados, evaluar con honestidad el desempeño del operario y abstenerse de criticarlo. Su trabajo debe ser confiable y minucioso. Para lograr mantener buenas relaciones humanas el analista deberá ser honrado, bien intencionado, paciente y entusiasta, y siempre debe usar su buen juicio. El analista de estudio de tiempo debe estar bien calificado.

RESPONSABILIDAD DEL SUPERVISOR

Debe notificar con el operario que se estudiará su trabajo asignado. El operario tiene la seguridad de que el supervisor sabe que se va a establecer una tasa sobre la tarea; con esto puede señalar algunas dificultades específicas que crea deben corregirse antes de establecer un estándar. Debe verificar que se utiliza el método adecuado establecido por el departamento de métodos, y que el operario seleccionado es competente y tiene la experiencia adecuada en el trabajo.

RESPONSABILIDAD DEL SINDICATO

La mayoría de los sindicatos se oponen a la medición del trabajo y preferirían que todos los estándares se establecieran mediante el arbitraje. Todo representante sindical sabe que los estándares de tiempo mal establecidos causan problemas a los empleados y a la admón. El representante sindical debe asegurarse que el estudio de tiempos incluye un registro completo de las condiciones de trabajo. El sindicato debe insistir en que sus afiliados cooperen con el analista de estudio de tiempos y eviten prácticas que coloquen su desempeño en la parte más baja de la escala de calificaciones.

RESPONSABILIDAD DEL OPERARIO

Todo empleado debe tener el interés suficiente en el bienestar de la compañía y apoyar las prácticas y procedimientos que implante la administración. El operario debe ayudar al analista de métodos en la división de la tarea en sus elementos. También ha de trabajar a un paso

normal, firme mientras se realiza el estudio, e introducir el menor número de elementos extraños o movimientos adicionales que sea posible.

4.4 Equipo para el estudio de tiempos

Los cronómetros electrónicos operan con baterías recargables. Normalmente éstas deben ser recargadas después de 14 horas de servicio continuo. Los cronómetros electrónicos profesionales tienen integrados indicadores de funcionamiento de baterías, para evitar una interrupción inoportuna de un estudio debido a falla de esos elementos eléctricos.

Cronómetros electrónicos auxiliados por computadora

Este cronómetro (figura 7) permite la introducción de datos observados y los graba en lenguaje computarizado en una memoria de estado sólido. Las lecturas de tiempo transcurrido se graban automáticamente. Todos los datos de entradas y los datos de tiempo transcurrido pueden transmitirse directamente del cronómetro a una terminal de computadora a través de un cable de salida. La computadora prepara resúmenes impresos, eliminando la laboriosa tarea del cálculo manual común de tiempos elementales y permitidos y de estándares operativos.



Figura 7. Cronómetro electrónico auxiliado por computadora.

“En general, las aptitudes y la personalidad del analista de tiempos son lo básico para el éxito y no el equipo utilizado”

Ciertos instrumentos registradores de tiempos que se emplean con éxito y tienen algunas ventajas son el equipo necesario para el estudio de tiempos o medición del trabajo.

Datamyte

El colector de datos Data Myte 1 000 (de estado sólido) operado con baterías es una alternativa práctica para un cronómetro mecánico o uno electrónico; permite la introducción de datos observados y los graba en lenguaje computarizado en una memoria de estado sólido. Las lecturas de tiempo transcurrido se graban automáticamente. Todos los datos de entrada y los datos de tiempo transcurrido pueden transmitirse directamente del Data Myte a una terminal de computadora a través de un cable de salida.

Maquinas Registradoras de Tiempo

Pueden ser utilizadas en ausencia del analista para medir el tiempo en que es productiva una instalación. Una modificación de este equipo es su uso con control de botones, en la que cada canal se puede utilizar en relación con un elemento de trabajo específico. Esta adaptación es especialmente útil en estudios del tipo de muestreo de trabajo, en los que un profesional desea autoevaluar la distribución de su tiempo.

Equipo cinematográfico y de videocinta

Las cámaras de estos equipos son ideales para registrar los procedimientos del operario y el tiempo transcurrido. Ambos métodos cinematográficos son especialmente útiles para establecer estándares por medio de una de las técnicas de tiempo de movimientos sintéticos. Al filmar a un operario y estudiar sus movimientos cuadro por cuadro, el analista puede registrar los detalles exactos del método empleado y asignar valores de tiempo. También es posible establecer estándares proyectando las películas expuestas a la misma velocidad con que se tomaron, y calificar luego la actuación del operario.

Tablero Portátil

Cuando se usa el cronómetro es necesario disponer de un tablero conveniente para fijar la forma impresa especial para el estudio de tiempos y el cronómetro. Este tablero o paleta tiene que ser ligero, para no cansar el brazo, y suficientemente rígido y resistente para servir de respaldo adecuado a la forma de estudio de tiempos.

Formas Impresas

Una forma proporciona espacio para registrar o anotar toda la información pertinente relativa al método que se estudia. La forma impresa para estudio de tiempos debe tener espacio también para la firma del supervisor, indicando su aprobación del método que se observó.

El diseño debe ser tal que el analista pueda anotar fácilmente las lecturas del cronómetro, los elementos extraños, los factores de calificación y aun disponga de espacio en la hoja para calcular el tiempo asignado.

Equipo Auxiliar

El más importante de estos instrumentos auxiliares es la calculadora electrónica, por medio de la cual pueden efectuarse correctamente y rápidamente operaciones de cálculo del estudio de tiempos como multiplicación, división y proporciones, en una pequeña fracción del tiempo que llevaría hacerlo según los procedimientos aritméticos manuales.

Equipo de instrucción y adiestramiento

La primera es un descriptor o señalador de tiempos transcurridos al azar, este dispositivo se puede programar de modo que puedan completarse elementos sucesivos, de manera que cada uno se efectúe en un periodo conocido. Otro medio de ayuda en la instrucción o adiestramiento es el metrómetro, este dispositivo puede hacerse que proporcione un número predeterminado de golpes o batidos por minuto.

ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONOMETROS

El equipo mínimo que se requiere para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos comprende un cronómetro, un tablero o paleta para estudio de tiempos. Formas impresas para estudio de tiempos y calculadora de bolsillo. Además de lo anterior, ciertos instrumentos registradores de tiempo que se emplean con éxito y tienen algunas ventajas sobre el cronómetro, son las máquinas registradoras de tiempo, las cámaras cinematográficas y el equipo de videocinta.

Se observará que el equipo necesario para el estudio de tiempos o medición del trabajo, no es tan elaborado ni tan costoso como el que se requiere para el estudio del micro movimientos. En general, las aptitudes y la personalidad del analista de tiempos son lo básico para el éxito y no el equipo utilizado.

CRONOMETROS

Varios tipos de cronómetros están en uso actualmente, la mayoría de los cuales se hallan comprendidos en alguna de las clasificaciones siguientes:

1. Aparato para decimales de minuto. (de 0.01 min)

El cronómetro decimal de minutos tiene su carátula con 100 divisiones y cada una de ellas corresponde a 0.01 de minuto. Una vuelta completa de la manecilla mayor requerirá un minuto.

2. Aparato para decimales de minuto (de 0.001 min)

El cronómetro decimal de minutos 0.001 min cada división de la manecilla mayor corresponde a un milésimo de minuto, la manecilla mayor o rápida tarda 0.10 min en dar la vuelta completa a la carátula.

3. Aparato para decimales de hora (de 0.0001 de hora)

El cronómetro decimal de hora tiene la carátula mayor dividida en 100 partes pero cada división representa un diezmilésimo (0.0001) de hora. Una vuelta completa de la manecilla mayor de este cronómetro marcará, un centésimo (0.01) de hora o sea, 0.6 min.

4. Cronómetro electrónico.

Los cronómetros electrónicos proporcionan una resolución de un centésimo de segundo y una exactitud de 0.003%; proporcionan todas las ventajas de un estudio con cronómetros de regreso rápido y ninguna de sus desventajas.

4.5 División de la operación en sus elementos

Elemento es una parte esencial y definida de una actividad o tarea determinada compuesta de uno o más movimientos fundamentales del operario y de los movimientos de una máquina o las fases de un proceso seleccionado para fines de observación y cronometraje. Reglas para seleccionar elementos: Los elementos deberán ser de fácil identificación, con inicio y término claramente definido. El comienzo o fin puede ser reconocido por medio de un sonido, por ejemplo, cuando se enciende la luz, se inicia o termina un movimiento básico.

4.5.1 Ciclo

La medición del trabajo humano siempre ha constituido un problema para la administración, ya que a menudo los planes para la provisión de bienes o servicios, de acuerdo con un programa confiable y un costo predeterminado, dependen de la exactitud con que se puede pronosticar y organizar la cantidad y tipo de trabajo humano implicado. Aunque la práctica común ha sido estimar y fijar objetivos basándose en la experiencia pasada, con demasiada frecuencia resultan ser un guía burda e insatisfactoria.

Al permitir fijar fechas objetivo, en que se incorporen periodos de descanso adecuados al tipo de trabajo que se realiza, la medición del trabajo proporciona una base mucho más satisfactoria sobre la cual hacer planes.

Pues bien, la British Standards Institution la ha definido como:

La aplicación de técnicas diseñadas para determinar el tiempo en que un obrero calificado debe realizar determinada tarea a un nivel definido de rendimiento.

Para fines de la medición del trabajo, se puede considerar al trabajo como *repetitivo* o *no repetitivo*. Al decir repetitivo se entiende el tipo de trabajo en el que la operación principal o grupo de operaciones se repite continuamente durante el tiempo dedicado a la tarea. Esto se aplica por igual a los ciclos de trabajo de duración extremadamente corta. En el trabajo no repetitivo se incluyen algunos tipos de trabajo de mantenimiento y de construcción, en los que el propio ciclo del trabajo casi nunca se repite de igual manera. Las técnicas que se usan en forma general, son las siguientes:

- a. Estudio de tiempos con Cronómetro
- b. Muestreo del Trabajo
- c. Sistemas del tiempo del movimiento Predeterminado ó sistemas de normas de tiempo predeterminado (NTPD)
- d. Datos Tipo

El estudio de tiempos es un técnica de medición de trabajo para registrar los tiempos y el ritmo de trabajo para los elementos de una tarea específica realizada bajo condiciones determinadas, y para analizar los datos y así determinar el tiempo necesario para desempeñar la tarea a un nivel definido de rendimiento,

Estudio de tiempos	
Departamento: área de etiquetado – ensamblado	Estudio núm: 1
Operación: Etiquetado - ensamblado Estudio de <u>métodos</u> núm: 1	Hoja núm: 1 de 5
	Término:
	Comienzo:
	Tiempo transc:

Instalación / máquina: 125 Núm: 2					Operario: Ortiz Pérez				
Herramienta y Calibradores:					Ficha núm: 1000				
Producto / pieza: Núm: 1					Observado por: <i>Iván Escalona</i>				
Plano núm: 1 Material:					Fecha: <i>25 de Marzo del 2002</i>				
Calidad:					Comprobado:				
Descripción del elemento	V.	C.	T.R	T.B	Descripción del elemento	V.	C.	T.R	T.B
Transporte de caja a banda		0.06	0.06						
Vaciado de caja en la banda		3.83	3.83						
Etiquetado y llenado de caja		3.71	3.71						
Vaciado de reja a caja		0.46	0.46						
Vaciado de caja a mesa de trabajo		0.11	0.11						
Levantar el tubo		0.16	0.16						
Colocar el "aplicador"		0.03	0.03						
Llenado de caja		5.18	5.18						
Traslado de caja a un patín		0.3	0.3						

Colocar el "aplicador"		8.36	0.03						
Llenado de caja		13.54	5.18						
Traslado de caja a un patín		13.84	0.30						

En la empresa Glaxosmithkline, primero dividimos la tarea definida en elementos de trabajo, ésta tarea resultó ser un poco laboriosa porque dicha tarea resulta ser de 7 elementos, primero aplicamos la lectura a vuelta cero, en donde el tiempo se encuentra en centésimas de minuto, ahora bien, debemos tomar en cuenta que también se emplea la lectura acumulativa, esta lectura es importante ya que nos muestra información de interés para el desarrollo y ver el tiempo que invierte un trabajador calificado en lleva a cabo una tarea definida.

FASE OPERATIVA DEL ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO TIPO DE LECTURA: VUELTA CERO

		CICLOS							
	Elementos	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Acercar la caja a la Banda Transportadora	8	7	9	9	8	7	9	9
2	Vaciado de la Caja sobre la Banda Transportadora	228	288	318	348	310	334	346	337
3	Etiquetado y llenado de la rejilla	270	252	150	152	132	176	158	146
4	Vaciado de la Rejilla a la Caja	6	7	6	13	7	5	6	8
5	Vaciado de la caja a la mesa de ensamble	2	3	2	3	2	2	2	5
6	Ensamble de la pieza	3	3	3	4	3	3	3	4

7	Llenado de la caja con la pieza ensamblada	294	228	240	214	228	246	234	228
		CICLOS							
	Elementos	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Acercar la caja a la Banda Transportadora	10	9	8	7	9	9	8	10
2	Vaciado de la Caja sobre la Banda Transportadora	328	332	210	210	222	222	210	222
3	Etiquetado y llenado de la rejilla	140	140	252	240	258	234	228	234
4	Vaciado de la Rejilla a la Caja	7	7	7	6	7	7	7	6
5	Vaciado de la caja a la mesa de ensamble	3	3	3	2	3	4	3	3
6	Ensamble de la pieza	4	3	3	4	3	4	4	4
7	Llenado de la caja con la pieza ensamblada	248	246	300	234	252	234	247	249

LECTURA ACUMULATIVA

		CICLOS							
	Elementos	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Acercar la caja a la Banda Transportadora	8	818	1608	2336	3078	3767	4542	5300
2	Vaciado de la Caja sobre la Banda Transportadora	236	1106	1926	2684	3388	4101	4888	5637
3	Etiquetado y llenado de la rejilla	506	1358	2076	2836	3520	4277	5046	5783
4	Vaciado de la Rejilla a la Caja	512	1365	2082	2849	3527	4282	5052	5791

5	Vaciado de la caja a la mesa de ensamble	514	1368	2084	2852	3529	4284	5054	5796
6	Ensamble de la pieza	517	1371	2087	2856	3532	4287	5057	5800
7	Llenado de la caja con la pieza ensamblada	811	1599	2327	3070	3760	4533	5291	6028
		CICLOS							
	Elementos	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Acercar la caja a la Banda Transportadora	6038	6777	7516	8298	9003	9757	10470	11179
2	Vaciado de la Caja sobre la Banda Transportadora	6366	7109	7726	8508	9225	9979	10680	11401
3	Etiquetado y llenado de la rejilla	6506	7249	7978	8748	9483	10213	10908	11635
4	Vaciado de la Rejilla a la Caja	6513	7256	7985	8754	9490	10220	10915	11641
5	Vaciado de la caja a la mesa de ensamble	6516	7259	7988	8756	9493	10224	10918	11644
6	Ensamble de la pieza	6520	7262	7991	8760	9496	10228	10922	11648
7	Llenado de la caja con la pieza ensamblada	6768	7508	8291	8994	9748	10462	11169	11897

4.5.2 Elementos y su clasificación

Los elementos deben ser todo lo breves posible. Se ha de separar los elementos manuales de los de máquina, durante los manuales es el operario el que puede reducir el tiempo de ejecución según el interés y la habilidad que tenga, puesto que dependen de las velocidades, avances, etc. Que se hayan señalado.

Clases de elementos

- Elementos regulares y repetitivos: Son los que aparecen una vez en cada ciclo de trabajo. Ejemplo: el poner y quitar piezas en la máquina.

- Elementos casuales o irregulares: Son los que no aparecen en cada ciclo del trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares. Ejemplo: recibir instrucciones del supervisor, abastecer piezas en bandejas para alimentar una máquina.
- Elementos extraños: Son los elementos ajenos al ciclo de trabajo y en general indeseables, que se consideran para tratar de eliminarlos. Ejemplo: las averías en las maquinas.
- Elementos manuales: Son los que realiza el operario y puede ser: Manuales sin máquina: Con independencia de toda máquina. Se denomina también libre, porque su duración depende de la actividad del operario.

Manuales con máquina:

- a. Con máquina parada, como el quitar o poner una pieza.
- b. Con la máquina en marcha, que se efectúa el operario mientras trabaja la máquina automáticamente. Aunque no intervienen en la duración del ciclo, interesa considerarlos porque forman parte de la saturación del operario.

- Elementos de máquina: Son los que realiza la maquina.

Pueden ser: • De máquina con automático y, por lo tanto, sin manipulación del operario. • De máquina con avance manual, en cuyo caso la máquina trabaja controlada por el operario.

- Elementos constantes: Son aquellos cuyo tiempo de ejecución es siempre igual; ejemplo, encender la luz, verificar la pieza, atornillar y apretar una tuerca; colocar la broca en el mandril.
- Elementos variables: Son los elementos cuyo tiempo depende de una o varias variables como dimensiones, peso, calidad, etc. ejemplo, aserrar madera a mano, llevar una carretilla con piezas a otro departamento.

Una vez que tenemos registrada toda la información general y la referente al método normalizado de trabajo, la siguiente fase consiste en hacer la medición del tiempo de la operación.

A esta tarea se le llama comúnmente cronometraje. Un ejemplo practico es cuando cocinamos arroz, seguimos una serie de operaciones para poder prepararlo:

1. Calentar la Olla.
2. Preparar los ingredientes.
3. Poner el aceite.

4. Agregar los ingredientes.
5. Mover el arroz.
6. Colocar la Sal.
7. Agregar agua.
8. Tapar la Olla.

Estos es la secuencia de las operaciones, pero antes de analizar un estudio de tiempos es importante dividir las operaciones en elementos para así obtener tiempos más exactos. En la operación de preparación de ingredientes consta de varios elementos en la cual la podemos dividir: Preparar los ingredientes:

Elemento 1: Picar Cebolla Elemento 2: Picar Chile Elemento 3: Lavar el arroz.

4.5.3 Reglas para dividir la operación en elementos

Las reglas principales para efectuar la división en elementos son:

1. Asegúrese de que son necesarios todos los elementos que se efectúan. Si se descubre que algunos son innecesarios, el estudio de tiempos debería interrumpirse y llevar a cabo un estudio de métodos para obtener el método apropiado.
2. Conservar siempre por separado los tiempos de máquina y los correspondientes a ejecución manual.
3. No combinar constantes con variables.
4. Seleccionar elementos de manera que sea posible identificar los puntos terminales por algún sonido característico.
5. Seleccionar los elementos de modo que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud. Al dividir un trabajo en elementos, el analista debe conservar por separado el tiempo de máquina o de corte, del tiempo de esfuerzo o manipulación.

Del mismo modo, los elementos constantes (o sea, aquellos elementos cuyos tiempos no varían dentro de un intervalo de trabajo específico) deberían mantenerse separados de los elementos variables (aquellos cuyos tiempos varían en un intervalo especificado). Una vez que se realiza la adecuada separación de todos los elementos que constituyen una operación, será necesario que se describa cada elemento con toda exactitud.

El final o terminación de un elemento es, automáticamente, el comienzo del que le sigue y suele llamarse "punto terminal" (*breaking point*). La descripción de este punto terminal debe ser tal que pueda ser reconocido fácilmente por el observador. Esto es especialmente importante cuando el elemento no incluye sonido alguno en su terminación.

Tratándose de elementos de operaciones de corte, la alimentación, la velocidad, la profundidad y la longitud del corte deben anotarse inmediatamente después de la descripción del elemento. Descripciones típicas de elementos de esta clase son: "Tomar pza. Del Bco. y coloc.

En pos. En torn. Bco.", o bien, "Taladr. plg D. 0.005 plg, alim. 1200 RPM". Nótese que el analista, a fin de ganar tiempo, emplea símbolos y abreviaturas en gran cantidad. Este sistema de notación es aceptable sólo si el elemento queda descrito totalmente mediante términos y símbolos los comprensibles a todos los que deban tener acceso al estudio. Algunas compañías emplean símbolos estandarizados en todas sus fábricas o plantas, y toda persona relacionada con ellos estará familiarizada con la terminología.

Cuando el elemento se repite, no es preciso describirlo por segunda vez, sino únicamente indicar en el espacio en que debería ir la descripción, el número con que se designó al aparecer por primera vez.

4.6 Hojas de registro

Es importante usar una forma bien diseñada para registrar el tiempo transcurrido y elaborar el estudio. Todos los detalles del estudio se deben anotar en la forma. Esto se puede hacer incluyendo en la forma un diagrama de proceso del operador (diagrama bimanual). Además de proporcionar un registro permanente de las herramientas y los materiales presentes en el área de trabajo, la forma debe contener datos relativos a los métodos, tales como avances, profundidad de corte, velocidad, tipo y formas de herramientas y especificaciones para inspección.

La forma debe incluir también espacios para el nombre y el número del operador, descripción de la operación, nombre y número de la máquina, herramientas especiales utilizadas y sus respectivos números, el departamento donde se lleva a cabo la operación, y las condiciones de trabajo que prevalecen.

La forma debe estar diseñada de manera que el analista pueda anotar convenientemente las lecturas de los relojes, los elementos extraños y los factores de clasificación, y pueda usar también la hoja para calcular el tiempo permitido.

4.7 Calificación de la actuación

SISTEMAS DE CALIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN;

- CALIFICACIÓN POR VELOCIDAD Y NÚMERO DE CICLOS A OBSERVAR.

Cuando se realiza un estudio de tiempos, es necesario efectuarlo con trabajadores calificados, ya que por medio de estos los tiempos obtenidos serán confiables y consistentes.

El trabajador calificado es aquel que reconoce que tiene las actitudes físicas necesarias, que posee la inteligencia requerida e instrucción y que ha adquirido la destreza y conocimientos necesarios, para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad.

La calificación por velocidad es un método de evaluación de la actuación en el que sólo se considera la rapidez de realización del trabajo (por unidad de tiempo). En este método el observador mide la efectividad del operario en comparación con el concepto de un operario normal que lleva a cabo el mismo trabajo, y luego asigna un porcentaje para indicar la relación o razón de la actuación observada a la actuación normal. Es necesario que el observador tenga un conocimiento pleno del trabajo antes de evaluarlo.

Al calificar por velocidad, 100 % generalmente se considera ritmo normal. De manera que una calificación de 110% indicaría que el operario actúa a una velocidad 10 % mayor que la normal, y una calificación del 90 %, significa que actúa con una velocidad de 90 % de la normal.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}} ;$$

$$n = \left(\frac{st}{k\bar{X}} \right)^2 ;$$

s = Desviación Típica o Estándar

n = Número de Ciclos

$$CV = \frac{s}{\bar{X}}$$

CV = coeficiente de variación

		CICLOS							
		1		2		3		4	
<i>Elementos</i>		<i>T</i>	<i>FV</i>	<i>T</i>	<i>FV</i>	<i>T</i>	<i>FV</i>	<i>T</i>	<i>FV</i>
1	Acercar la caja a la Banda Transportadora	8	100	7	95	9	95	9	100
2	Vaciado de la Caja sobre la Banda Transportadora	228	100	288	80	318	70	348	75
3	Etiquetado y llenado de la rejilla	270	100	252	80	150	70	152	85
4	Vaciado de la Rejilla a la Caja	6	100	7	95	6	95	13	100
5	Vaciado de la caja a la mesa de ensamble	2	100	3	90	2	100	3	90
6	Ensamble de la pieza	3	100	3	95	3	95	4	100
7	Llenado de la caja con la pieza ensamblada	294	100	228	80	240	75	214	85
		CICLOS		5		6		7	
		8							
<i>Elementos</i>		<i>T</i>	<i>FV</i>	<i>T</i>	<i>FV</i>	<i>T</i>	<i>FV</i>	<i>T</i>	<i>FV</i>
1	Acercar la caja a la Banda Transportadora	8	95	7	100	9	100	9	100
2	Vaciado de la Caja sobre la Banda Transportadora	310	75	334	100	346	100	337	100

3	Etiquetado y llenado de la rejilla	132	75	176	100	158	100	146	100	
4	Vaciado de la Rejilla a la Caja	7	100	5	125	6	110	8	110	
5	Vaciado de la caja a la mesa de ensamble	2	100	2	100	2	100	5	75	
6	Ensamble de la pieza	3	95	3	100	3	100	4	100	
7	Llenado de la caja con la pieza ensamblada	228	80	246	110	234	135	228	135	
		CICLOS								
		9		10		11		12		
	<i>Elementos</i>	<i>T</i>	<i>FV</i>	<i>T</i>	<i>FV</i>	<i>T</i>	<i>FV</i>	<i>T</i>	<i>FV</i>	
1	Acercar la caja a la Banda Transportadora	10	110	9	110	8	110	7	110	
2	Vaciado de la Caja sobre la Banda Transportadora	328	100	332	100	210	100	210	100	
3	Etiquetado y llenado de la rejilla	140	100	140	100	252	100	240	100	
4	Vaciado de la Rejilla a la Caja	7	100	7	100	7	100	6	100	
5	Vaciado de la caja a la mesa de ensamble	3	90	3	90	3	90	2	100	
6	Ensamble de la pieza	4	100	3	100	3	100	4	100	
7	Llenado de la caja con la pieza ensamblada	248	100	246	100	300	100	234	100	
		CICLOS								
		13			14		15		16	
	<i>Elementos</i>	<i>T</i>	<i>FV</i>	<i>T</i>	<i>FV</i>	<i>T</i>	<i>FV</i>	<i>T</i>	<i>FV</i>	

1	Acercar la caja a la Banda Transportadora	9	110	9	110	8	135	10	135
2	Vaciado de la Caja sobre la Banda Transportadora	222	100	222	100	210	100	222	100
3	Etiquetado y llenado de la rejilla	258	100	234	100	228	100	234	100
4	Vaciado de la Rejilla a la Caja	7	100	7	100	7	125	6	125
5	Vaciado de la caja a la mesa de ensamble	3	90	4	80	3	90	3	90
6	Ensamble de la pieza	3	100	4	100	4	100	4	100
7	Llenado de la caja con la pieza ensamblada	252	100	234	100	247	100	249	100

	Elementos	\bar{T} =TMO	S	C.V.	t	k	N
1	Acercar la caja a la Banda Transportadora	8.50	0.97	0.1137	1.4149	0.05	10
2	Vaciado de la Caja sobre la Banda Transportadora	279.06	57.76	0.2070	1.4149	0.05	34
3	Etiquetado y llenado de la rejilla	197.63	51.74	0.2618	1.4149	0.05	55
4	Vaciado de la Rejilla a la Caja	7.00	1.75	0.2502	1.4149	0.05	50
5	Vaciado de la caja a la mesa de ensamble	2.81	0.83	0.2966	1.4149	0.05	70

6	Ensamble de la pieza	3.44	0.51	0.1490	1.4149	0.05	18
7	Llenado de la caja con la pieza ensamblada	245.13	22.69	0.0926	1.4149	0.05	7

El elemento 5, o sea "vaciado de la caja a la mesa de ensamble", es el que tiene mayor coeficiente de variación que es de 0.2966, aplicando la fórmula:

$$n = \left(\frac{st}{\bar{kx}} \right)^2 = \left(\frac{(0.83)(1.4149)}{(2.81)(0.05)} \right)^2 = \underline{\underline{70 \text{ ciclos}}}$$

en la tabla se puede observar los ciclos que cada uno, pero el que se necesita tomar en cuenta es el elemento 5 cuyo número de ciclo es el mayor = 70 ciclos. Por lo tanto

n = 70 ciclos a Observar

en M.G.S.A Mármoles determinamos cada factor de velocidad de los elementos de nuestra tarea definida, ahora bien, se calificaron los 7 elementos de la tarea de los 16 ciclos observados en el desarrollo del estudio de tiempos, recordando que el FV nosotros lo asignamos de tal manera que se aplica de manera congruente a nuestros datos de interés, realizamos la siguiente tabla (Calificación por velocidad) donde se muestran los valores de velocidad, y realizamos datos para determinar, la desviación típica, y el coeficiente de variación, ahora bien el elemento que llegue a presentar mayor CV, es aquel que se va a determinar los ciclos a observar y en éste estudio se determinó que es el elemento 5 con mayor coeficiente como se muestran en los Resultados obtenidos, cuyo número de ciclos a observar es de 70.

CALIFICACIÓN OBJETIVA

Existen dos factores para la determinación del factor para la calificar la actuación:

- a. Calificación por Velocidad.
- b. Grado de Dificultad.

En el grado de dificultad intervienen las siguientes categorías: extensión o parte del cuerpo que se emplea, pedales, bimanualidad, coordinación ojo-mano, requisitos sensoriales o de manipulación, peso que se maneja, etc.

La suma de los valores numéricos para cada uno de los seis factores comprende el ajuste del grado de dificultad.

Tabla de los ajustes por la Dificultad del Trabajo

Categoría	Descripción	Letra	Condición	%
1	Parte del Cuerpo Usada	A	Escaso uso de los dedos	0
		B	Muñecas y dedos	1
		C	Codo, muñecas y dedos	2
		D	Brazos, etc.	5
		E	Tronco, etc	8
		E2	Levantar del piso con las piernas	10
2	Pedales	F	Sin pedales o un pedal con fulcro bajo el pie	0
		G	Pedal o pedales con fulcro fuera del pie	5
3	Uso de ambas manos	H	Las manos se ayudan entre sí, o trabajan alternadamente	0
		H2	Las manos trabajan simultáneamente haciendo el mismo trabajo en piezas iguales	18
4	Coordinación de ojo y mano	I	Trabajo burdo principalmente al tacto	0
		J	Visión moderada	5
		K	Constante, pero no muy cercana	5
		L	Cuidadosa, bastante cercana	4
		M	Dentro de 0.4 mm	7
5	Requerimientos de manipulación	N	Puede manipularse burdamente	0
		O	Solamente un <u>control</u> burdo	1
		P	Debe controlarse, pero puede estrujarse	2
		Q	Debe manejarse cuidadosamente	2
		R	Frágil	2

Categoría 6: Peso, letra: W (Weight)

Peso kilogramos	en % de ajuste Levanta con el brazo	% de ajuste Levanta con la pierna	Peso kilogramos	en % de ajuste Levantar con el brazo	% de ajuste Levanta con el brazo
0.5	2	1	4.0	19	5
1.0	5	1	4.5	20	6
1.5	6	1	5.0	22	7
2.0	10	2	5.5	24	8
2.5	13	3	6.0	25	9
3.0	15	3	6.5	27	10
3.5	17	4	7.0	28	10

Factor de Dificultad

C	Descripción	1	2	3	4	5	6	7
1	Parte del	E	E	C	C	E	D	C
	Cuerpo U.	8	8	5	2	8	5	2
2	Pedales	F	F	F	F	F	F	F
		0	0	0	0	0	0	0
3	Uso de amb.	H	H	H	H	H	H	H
	manos	0	0	0	0	0	0	0

4	Coordinac.	K		L		L		K		I		K		I	
	Ojo y mano		4		7		7		4		0		4		0
5	Requer. De	R		R		O		N		R		P		O	
	Manipulación		5		5		1		0		5		3		1
6	Peso	W		W		W		W		W		W		W	
			28		0		0		0		28		0		0
	Total		45		20		13		6		41		12		3

CALIFICACIÓN POR NIVELACIÓN

Sistema Westinghouse

(Factor de Nivelación)

En este método se considera cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

La habilidad se define como "pericia en seguir un método dado" y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal revelada por la propia coordinación de la mente y las manos. Cabe resaltar que en sentido estricto, la habilidad se concibe como la eficiencia en seguir un método dado, existiendo seis grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable.

El esfuerzo se define como una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia. El empeño representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y que puede ser controlado en alto grado por el operario. Tiene seis clases representativas.

Las condiciones a que se han hecho referencia en este procedimiento de actuación son aquellas que afectan al operario y no a la operación. En más de la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la norma en que se hallan generalmente en la estación de trabajo. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido.

Las consistencias del operario debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta. Tal actuación ocurre muy raras veces por la tendencia a la dispersión debida a muchas variables, como dureza del material, afilado de la herramienta de corte, lubricante, mostradas en las tablas.

Factor de Nivelación

Elementos	1	2	3	4	5	6	7
<i>Habilidad</i>	B2						
	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
<i>Esfuerzo</i>	C1	B1	B1	B1	D	B1	D
<i>Consistencia</i>	0.13						
	0.05	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0
<i>Condiciones</i>	C	C	C	C	C	C	C
	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
<i>Conststencia</i>	B	B	B	B	B	B	B
	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Total	0.31	0.23	0.23	0.23	0.13	0.23	0.13

CALIFICACIÓN SINTÉTICA

Determina un factor de actuación para elementos de esfuerzos representativos del ciclo del trabajo por la comparación de elementos reales elementales observados con los desarrollados por medio de los movimientos fundamentales.

Este factor se aplica por lo menos a dos elementos, para obtener el promedio de los factores, el cual constituirá, el factor que se aplicará a todos los elementos a excepto de los elementos controlados por máquinas.

$$P = \frac{F_t}{O} ;$$

P = Factor de actuación o nivelación

F_t = Tiempo de Movimiento Fundamental

O = Tiempo elemental por observación directa

En Glaxosmithkline, se analizaron rigurosamente la aplicación de cada calificación a nuestra tarea definida, que es la laminación y pulir el mármol, en donde se requiere de un análisis y observación directa por nosotros que la aplicamos en nuestro estudio de tiempos, en las siguientes tablas muestra la información suficiente y necesaria, para determinar el Tiempo normal, de manera correcta.

CÁLCULO DEL TIEMPO NORMAL

Calificación Objetiva:

$$TN = TMO \times FCO$$

donde

$$FCO = FV(1 + FD)$$

TN = Tiempo Normal

TMO = Tiempo Medio Observado

FV = Factor de Calificación por Velocidad

FD = Factor de Dificultad

Calificación Por Nivelación

$$TN = TMO(1 + FN)$$

TN = Tiempo Normal

FN = Factor por Nivelación

Calificación:	Objetiva					Nivelación			
Elementos	\bar{T}	\overline{FV}	FD	FCO	TN			FN	TN

1	Acercar la caja a la Banda Transportadora	8.50	1.072	0.45	1.554	13.21		0.31	11.14
2	Vaciado de la Caja sobre la Banda Transportadora	279.06	0.938	0.2	1.125	313.95		0.23	343.25
3	Etiquetado y llenado de la rejilla	197.63	0.944	0.13	1.066	210.75		0.23	243.08
4	Vaciado de la Rejilla a la Caja	7.00	1.053	0.06	1.116	7.81		0.23	8.61
5	Vaciado de la caja a la mesa de ensamble	2.81	0.922	0.41	1.300	3.66		0.13	3.18
6	Ensamble de la pieza	3.44	0.991	0.12	1.110	3.81		0.23	4.23
7	Llenado de la caja con la pieza ensamblada	245.13	1.000	0.03	1.030	252.48		0.13	276.99

Calificación Objetiva

S TN = 805.7 centésimas de minuto

Calificación por Nivelación

S TN = 890.5 centésimas de minuto

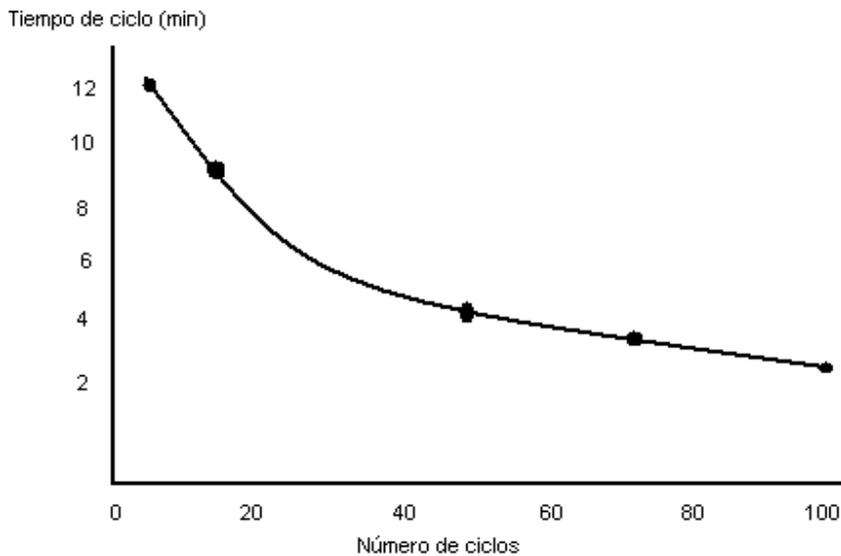
Estos valores son interesantes para analizar, el primero nos da un valor mayor que el segundo, esto se debe a que muchas veces la aplicación de estas diferentes técnicas de factores para determinar nuestro tiempo normal en Glaxosmithkline son a criterio del analista, porque en el caso del primer factor se requiere del análisis del factor de dificultad ya que existen que son mucho más complicadas que otras como se muestra en la tabla anterior, entonces concluimos que nuestro tiempo normal va depender que tipo de calificación deseamos utilizar y dependiendo de ello, vamos a determinar nuestro famoso y necesario tiempo estándar.

CURVA DE APRENDIZAJE

La medición del trabajo humano siempre ha constituido un problema para la administración, ya que a menudo los planes para la provisión de bienes o servicios, de acuerdo con un programa confiable y un costo predeterminado, dependen de la exactitud con que se puede pronosticar y organizar la cantidad y tipo de trabajo humano implicado, los ingenieros Industriales, los ingenieros de factores humanos y otros profesionales interesados en el

estudio del comportamiento humano reconocen que el aprendizaje depende del tiempo. Aún la operación más sencilla puede tomar hora dominarla. El trabajo complicado toma días o semanas antes de que el operario logre la coordinación física y mental que le permitan proceder de un elemento a otro sin duda o demora. Este periodo y el nivel relacionado de aprendizaje forman la curva de aprendizaje. Son muchos los procedimientos convencionalmente aceptados que requieren de un reloj para la recopilación de tiempo necesario; asimismo, suelen ser numerosos los detalles que implican dichos procedimientos para el registro real de los datos no siendo raro que varíen radicalmente de una compañía a otra. Una vez que el operario alcanza la parte más plana de la curva, se simplifica el problema de calificar el desempeño. Sin embargo, no siempre es conveniente esperar tanto para desarrollar un estándar. Quizá los analistas se vean obligados a establecer el estándar en el punto en que la pendiente de la curva es mayor. En tales casos, han de poseer un agudo poder de observación y deben poder juzgar con madurez según la amplia capacitación para calcular un tiempo normal equitativo.

Es útil de curvas de aprendizaje representativas de los diversos tipos de trabajo se realizan en la compañía. Esta información se puede usar tanto para determinar la etapa de producción en la que sería deseable establecer el estándar, como para proporcionar una guía del nivel de productividad esperado de un operario promedio con un grado conocido de familiaridad con la operación, después de producir un número fijo de partes. Al graficar los datos de la curva de aprendizaje en papel logarítmico, los analistas pueden liberalizar los datos para facilitar su uso. Por ejemplo, la gráfica de la variable dependiente (tiempo de ciclo) y la variable independiente (número de ciclos) de la figura.



No necesario ocurre que una nueva situación de curva de aprendizaje proporciona un nuevo diseño que va a producción. Los diseños anteriores similares a los nuevos tienen un efecto en el punto en que la curva comienza a ser plana. Así, la compañía introduce un diseño nuevo por completo de un tablero electrónico complejo, el ensamble implicaría una curva de aprendizaje diferente que la introducción de un tablero similar al que ha estado en producción durante los últimos cinco años.

La teoría de la curva de aprendizaje propone que cuando se duplica la cantidad total de unidades producidas, el tiempo por unidad disminuye en un porcentaje constante. Cuando se usa papel lineal para graficar, la curva de aprendizaje es una curva de potencia de la forma $y = kx^n$. En papel logarítmico, la curva representa por:

$$\log_{10} y = \log_{10} k + n \log_{10} x$$

Donde: y = tiempo de ciclo, x = número de ciclos o unidades producidas, n = exponente que representa la pendiente, k = valor del primer tiempo de ciclo.

Por definición, el porcentaje de aprendizaje es entonces igual a:

$$\frac{k(2x)^n}{kx^n} = 2^n$$

tomando logaritmos en ambos lados de la ecuación,

$$n = \frac{\log_{10}(\text{porcentaje de aprendizaje})}{\log_{10} 2}$$

También se puede encontrar n a partir de la pendiente:

$$n = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{(\log_{10} y_1 - \log_{10} y_2)}{(\log_{10} x_1 - \log_{10} x_2)}$$

En la tabla presenta las pendientes de las curvas de aprendizaje comunes como una función del porcentaje de aprendizaje.

Una pregunta interesante se refiere a qué pasa si el operario sale de vacaciones. ¿Olvida algo de lo aprendido? De hecho, esto ocurre y se conoce como *retroceso*. La cantidad de retroceso es una función de la posición del operario en la curva de aprendizaje cuando ocurre la interrupción. Esta cantidad se aproxima extrapolando la línea recta que va del tiempo del primer ciclo al tiempo estándar. La ecuación para esta recta de retroceso es:

$$y = k + \frac{(k - s)(x - 1)}{(1 - x_s)}$$

donde:

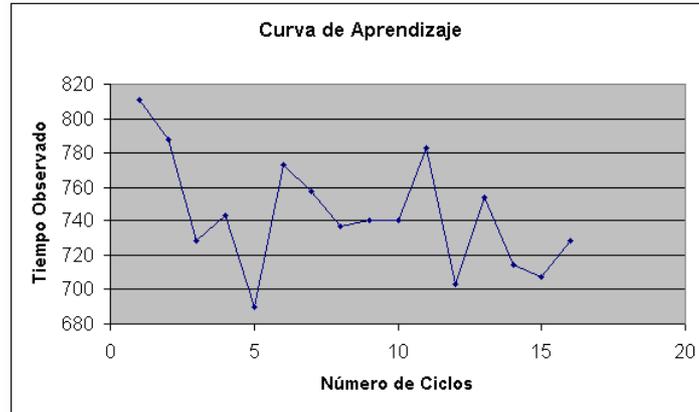
s = tiempo estándar

x_s = número de ciclos para lograr el tiempo estándar

Poder estimar el tiempo de la primera unidad y el tiempo para las unidades sucesivas puede ser útil en extremo para estimar cantidades relativamente pequeñas si el analista cuenta con datos de estándares e información de la curva de aprendizaje. Como los datos de estándares casi siempre se basan en el desempeño del trabajador cuando el aprendizaje se nivela o alcanza la parte plana de la curva, esos datos deben ajustarse hacia arriba para asegurar que se asigna un tiempo adecuado por unidad en condiciones de cantidades pequeñas. Muchos factores afectan el aprendizaje humano. La complejidad del trabajo es muy importante. Cuando más larga sea la longitud de ciclo, mayor es la incertidumbre de los movimientos, y mientras más movimientos simultáneos o tipo C haya, mayor capacitación se requerida. De manera similar, las características individuales, como edad, capacitación previa y aptitudes, afectan la habilidad de aprender.

En Glaxosmithkline, con los datos cronometrados anteriormente, obtuvimos valores importantes, ya que se realizaron un estudio de 16 ciclos, en estos 16 ciclos se obtuvo un tiempo (tiempo observado), con el fin de ver el comportamiento, el operario al realizar ésta tarea importante, se determinó la curva de aprendizaje, ésta tarea presenta variación interesante, y por supuesto se va a determinar la pendiente de dicha curva de aprendizaje

para ver que tan laboriosa es la tarea seleccionada, en donde vamos a aplicar los conocimientos teóricos.



N	TO
1	811
2	788
3	728
4	743
5	690
6	773
7	758
8	737
9	740
10	740
11	783

12	703
13	754
14	714
15	707
16	728

$$TPU_1 = 811$$

$$TPU_2 = 799.5$$

$$TPU_4 = 767.5$$

$$TPU_8 = 753.5$$

$$TPU_{16} = 743.6$$

Empleando la fórmula

$$\%A = 2^c = \frac{TPU_2}{TPU_1}$$

obtenemos

%A1	%A2	%A3	%A4	%Aprm	C
0.99	0.96	0.98	0.99	0.979	-0.0312

Se va a determinar el TPU_{32} esto con el fin de encontrar un valor estimado, o sea

$$TPU_{32} = HN_a^c$$

$$TPU_{32} = (811)(32)^{-0.0312} = \underline{\underline{727.88 \frac{1}{100} \text{ min}}}$$

HIPÓTESIS: Si H disminuye un 20%

Entonces $H = 648.8$ 1/100 min, por lo tanto

$$TPU_{32} = HN_2^c$$

$$TPU_{32} = (648.8)(32)^{-0.0312} = 582.88 \frac{1}{100} \text{ min}$$

Sabiendo que:

$$\log_{10} TPU = \log_{10} H + c \log_{10} N$$

Donde: TPU = tiempo de ciclo,

N = número de ciclos o unidades producidas,

c = exponente que representa la pendiente,

H = valor del primer tiempo de ciclo.

$$\log N = \frac{\log TPU - \log H}{c}$$

sustituyendo valores tenemos:

$$\log N = \frac{\log 582.88 - \log 811}{-0.0312} = \frac{2.76558 - 2.90909}{-0.0312} = 4.5975$$

⇔

$$N = 10^{4.5975} = 39,581.331 \text{ ciclos}$$

N se refiere al valor de número de ciclos, si

$$T_T = HNN^c$$

$$\text{sustituyendo, tenemos: } T_T = (811)(39,581.33)(39,581.33)^{-0.0312} =$$

$$T_T = 23,071,166.2362 \text{ 1/100 min}$$

EXPLICACIÓN DE LA CURVA DE APRENDIZAJE

Tenemos varios resultados interesantes, el primero es el valor de la pendiente de nuestra curva de aprendizaje obtenida, ahora bien, el valor de la pendiente o sea $c = -0.0312$ éste es un valor negativo que nos indica el grado de dificultad y a parte que el operario ésta aprendiendo, logrando un predicción sobre el TPU = tiempo promedio unitario del ciclo 32 que fue de 12310.35 centésimas de minuto, éste es interesante ya que se pudo determinar sin necesidad de haber cronometrado 32 ciclos, logrando muchas veces completar una curva, en donde tiende conforme avanza el número de ciclos, la pendiente tiene a ser cero, se realizó una hipótesis son el fin de ver el comportamiento de nuestros resultados, ahora para finalizar, definimos nuestra ecuación de la recta, donde la pendiente es la misma que se obtuvo y

tenemos el primer tiempo del ciclo, esto con el fin de saber el número de ciclos se requiere para el TPU de 12000 centésimas de minuto, éste es un valor significativo ya que éste tipo de conocimientos de la curva nos ayuda determinar, estándares y tiene diversas aplicaciones dentro de la empresa Glaxosmithkline y para la ingeniería industrial.

NOTA:

Realizando las respectivas conversiones se determina que el operario aprenderá bien la actividad en 19 días, nuestra justificación es que el tiempo fue demasiado, debido a que la empresa realizaba una constante rotación de personal y esto no permitía que el operario aprendiera la actividad con buena eficiencia.

DETERMINACIÓN DE SUPLEMENTOS EN GLAXOSMITHKLINE

En el estudio de métodos es importante cronometrar cualquier tarea, la energía que se necesite desgaste del trabajador para ejecutar la operación debe reducirse al mínimo perfeccionando la economía de movimientos, y de ser posible la mecanización de trabajo.

Al realizar una actividad, la tarea requerirá un esfuerzo humano, por lo que hay que prevenir ciertos suplementos para compensar la fatiga y descansar.

El principal suplemento que detectamos en el área de trabajo analizada, fue la del tiempo que un trabajador puede ocupar en el instante de realizar sus necesidades personales y quizá deben añadirse el tiempo de otros suplementos, como los son, la contingencias.

Al realizar los cálculos de los suplementos requeridos en el proceso de etiquetado no es siempre perfecto y exacto.

Los suplementos que a continuación se señalarán son los más frecuente que en la línea que se eligió para su estudio.

Para ver el gráfico seleccione la opción "Descargar" del menú superior

Las enfocamos principalmente a necesidades físicas del organismo.

La fatiga básica:

Se manifiesta en un tiempo determinado de la jornada, por lo que la posición para realizar la tarea para realizar la tarea a los largo del día ocasiona un cansancio corporal. Los

suplementos de descanso son aplicados principalmente en el proceso de etiquetado, ya que al realizar la tarea se requiere mucho tiempo invertido en una posición incómoda (de pie e inclinada) esto origina que determinado tiempo se presente la fatiga corporal, es por ello que para buscar una solución a este problema la empresa propuso la rotación de personal en un tiempo aproximado de tres horas, pero en ocasiones el cansancio es tan grande que al rotar a los empleados no es tan satisfactorio el resultado que obtiene al realizar esta actividad.

Debido al problema mencionado con anterioridad consideramos que el suplemento de descanso es uno de los principales en la realización de la tarea de etiquetado.

SUPLEMENTO DE CONTINGENCIA

Las manifestaciones de este suplemento se presentaron de la siguiente manera, en el instante que se atora en el rodillo de la máquina cinta adherible (etiqueta) esto origina que se detenga la actividad por completo para corregir la posición del rollo de cinta adherible. Otro de los factores que entran dentro del suplemento de contingencias, fue en la realización del cambio del rollo de etiquetado, debido a la terminación de un lote, ya que se tiene que verificar que el número de etiqueta sea correspondiente al tubo procesado. Por lo tanto esto origina que se detenga la producción debido al cambio de lote, ya que se requiere primeramente, la autorización de las diferentes autoridades de la empresa, por lo cual la autorización de un lote tarda en llegar a la línea de producción y se pierde un tiempo muy grande en la espera de esta nueva autorización. Es importante mencionar que mientras se autoriza un nuevo lote, los empleados se ven a la tarea de limpiar y dar un cierto mantenimiento al área de trabajo.

Cálculos de suplementos por descanso:

1. Transporte de una Caja a Banda

Se traslada una caja (llena de tubos) a etiquetar aproximadamente de 7 kg, se lleva a cabo por medio de un desplazamiento de los brazos de 1 metro desde el suelo hasta la cintura de trabajador, después coloca la caja de un bando de 80 cm de altura. Seguidamente el operador desplaza nuevamente los brazos a 20 cm para colocar cierta cantidad (10 tubos) en la banda verificando que su colocación es la adecuada en el proceso de traslado. Las condiciones en que se realiza esta actividad es una posición incómoda en determinado tiempo (de pie) y en

ocasiones la posición incomoda en determinado tiempo (de pie) y en ocasiones la posición vertical de individuo se ve afectada por el cansancio.

2. Traslado de rejilla a almacén provisional

Después de determinado tiempo que realiza la máquina (etiquetar) el trabajador espera de pies que se llene la rejilla de los tubos ya etiquetados, teniendo una verificación de que los tubos transportados no se amontonen, desplaza sus brazos 30 cm para jalar los tubos y acercarlos a la rejilla para llenarla más rápido, ya llenada la rejilla la levanta con los dos brazos a 20 cm de un peso aproximado de 2.5 kg para trasladarla a un almacén provisional. Esta actividad se realiza con ruido y vibraciones de el golpeteo de los tubos al acomodarse en la rejilla, toda el área de trabajo tiene una eficiente iluminación y a bajas temperaturas (12°C) el cual es necesario para que no se afecte el producto de la producción.

3. Transporte de una caja a tarima

Al terminar de vaciado de la rejilla en el almacén provisional se cierra las cajas, desplazando los brazos para levantar la caja de 7 kg a una distancia de 1 metro desde el piso a la tarima donde se realiza el almacenamiento final este movimiento, es incomodo porque se tiene que doblar mucho la espalda del trabajador para depositar la cajas en el lote final (24 cajas). Todo el punto mencionado de este proceso tiene una estación de limpieza e iluminación suficiente, eficiente y necesaria, es un lugar aislado con poca ventilación y a temperatura baja se realiza la producción.

Sistema de suplementos por descanso en Porcentaje de los tiempos Básicos

Suplementos Constantes	Hombres	Mujeres	Suplementos Variables	Hombres	Mujeres
A. Necesidades Personales	5	7	E. Calidad del Aire		
			- Buena ventilación o aire libre	0	0
B. Básico por Fatiga	4	4	- Mala Ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas	5	5
	9	11		5 - 15	0 - 15
Suplementos Variables			- Proximidad de hornos, etc.		

A. Por Trabajar de Pie	2	4	F. Tensión Visual	0	0
			- Trabajos de cierta precisión	2	2
			- Trabajos de precisión	5	5
			- Trabajos de gran precisión		
B. Por Postura Anormal			G. Tensión Auditiva		
- Ligeramente incomoda	0	1	- Sonido Continuo	0	0
- Incomoda (inclinado)	2	3	- Intermitente y fuerte	2	2
- Muy incomoda (hechado-Esturado)	7	7	- Intermitente y muy fuerte	5	5
			- Estridente y fuerte	5	5
C. Levantamiento de pesos y uso de fuerza			H. Tensión Mental		
2.5 -----	0	1	- Proceso bastante complejo	1	1
5.0 -----	1	2	- Proceso complejo o atención muy dividida	4	4
7.5 -----	2	3			
10 -----	3	4	- Muy Compleja	8	8
12.5 -----	4	6			
15 -----	6	9			
17.5 -----	8	12	I. Monotonía mental		
20 -----	10	15	- Trabajo algo monótono	0	0
22.5 -----	12	18	- Trabajo bastante monótono	1	1
25 -----	14	-	- Trabajo muy monótono	4	4
30 -----	19	-			
40 -----	33	-			
50 -----	58	-			
D. Intensidad de la Luz			J. Monotonía física		
- Ligeramente por debajo de					

lo - recomendado	0	0			
- Bastante por debajo			- Trabajo algo aburrido	0	0
- Absolutamente insuficiente	2	2	- Trabajo aburrido	2	2
	5	5	- Trabajo muy aburrido	5	5

S U P L E M E N T O S

		Ctes		Variables											
	Elementos:	<i>NP</i>	<i>F</i>	<i>TP</i>	<i>PA</i>	<i>IP</i>	<i>IL</i>	<i>CA</i>	<i>TV</i>	<i>TA</i>	<i>TM</i>	<i>MM</i>	<i>MF</i>	<i>S %</i>	
1	Acercar la caja a la Banda Transportadora	5	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0.15	
2	Vaciado de la Caja sobre la Banda Transportadora	5	4	4	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0.16	
3	Etiquetado y llenado de la rejilla	5	4	2	1	0	0	0	4	2	0	4	2	0.24	
4	Vaciado de la Rejilla a la Caja	5	4	4	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0.17	
5	Vaciado de la caja a la mesa de ensamble	5	4	2	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0.17	
6	Ensamble de la pieza	5	4	4	1	0	0	0	2	2	1	4	2	0.25	
7	Llenado de la caja con la pieza ensamblada	5	4	4	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0.18	

Donde:

NP = Necesidades Personales CA = Calidad del Aire

F = Fatiga TV = Tensión Visual

TP = Trabajo de Pie TA = Tensión Auditiva

IP = Levantamiento de Peso TM = Tensión Mental

PA = Postura anormal MM = Monotonía Mental

IL = Intensidad Luminosa MF = Monotonía Física

Éstos son los suplementos de los elementos de nuestra tarea definida, los suplementos son pequeñas cantidades de tiempo que se necesita ya que como pudimos observar el operario

se cansaba después de determinadas actividades, una de las más significativas es el de colocar en la base del Equipo, siempre se trabaja de pie, por lo que el operario necesita un receso por cada actividad de diferente nivel de dificultad ,cada suplemento varia ya que como pudimos observar hay tareas muy laboriosas y tediosas.

DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR MEDIANTE EL FACTOR DE CALIFICACIÓN OBJETIVA

Tiempo Estándar

$$TE = TN(1 + Supl)$$

TE = Tiempo Estándar; *TN* = Tiempo Normal; *Supl* = Suplementos o Tolerancias

	Elementos	TMO	FCO	TN	Suplementos	TE
1	Acercar la caja a la Banda Transportadora	8.50	1.554	13.21	0.15	15.19
2	Vaciado de la Caja sobre la Banda Transportadora	279.06	1.125	313.95	0.16	364.18
3	Etiquetado y llenado de la rejilla	197.63	1.066	210.75	0.24	261.34
4	Vaciado de la Rejilla a la Caja	7.00	1.116	7.81	0.17	9.14
5	Vaciado de la caja a la mesa de ensamble	2.81	1.300	3.66	0.17	4.28
6	Ensamble de la pieza	3.44	1.110	3.81	0.25	4.77
7	Llenado de la caja con la pieza ensamblada	245.13	1.030	252.48	0.18	297.92

Tiempo estándar = 956.82 centésimas de minuto

Éste es el tiempo estándar para realizar el proceso o la tarea definida, que es aproximadamente 956.82 centésimas de minuto desde el elemento 1 hasta el elemento 7, gracias al tiempo estándar podemos aplicarlo en la empresa, las aplicaciones del tiempo estándar en Glaxosmithkline es el pronóstico de Producción, éste es interesante porque la obtención de mármol es muy demandando por diferentes sectores productivos, otra es el presupuesto de ofertas, preciosa de venta y plazos de entrega, pero el que es interesante es el balanceo de líneas de producción.

- BALANCEO DE LÍNEA

El problema de diseño para encontrar formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones se denomina problema de balanceo de línea.

Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

1. **Cantidad.** El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.
2. **Equilibrio.** Los tiempos necesarios para cada operación en línea deben ser aproximadamente iguales.
3. **Continuidad.** Deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, subensambles, etc., y la prevención de fallas de equipo.

Los casos típicos de balanceo de línea de producción son:

1. Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operarios necesarios para cada operación.
2. Conocido el tiempo de ciclo, minimizar el número de estaciones de trabajo.
3. Conocido el número de estaciones de trabajo, asignar elementos de trabajo a la misma.

Para poder aplicar el balanceo de línea nos apoyaremos de las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned} \text{Índice de Producción} = IP &= \frac{(\text{tiempo})_{\text{deseado}}}{(\text{tiempo})_{\text{disponible}}}; \\ \text{Num Operarios Teóricos} = NOT &= \frac{(IP)(TE)}{\text{Eficiencia}}; \\ \text{Tardanza} &= \frac{TE}{NOR}; \\ \text{Producción por turno} = PPT &= \frac{(\text{tiempo})_{\text{turno}}}{(\text{tiempo})_{\text{asignado}}}; \\ \text{Costo Unitario} &= \frac{(NOR)(\text{Salario})}{PPT}; \\ \text{Eficiencia Real} &= \frac{\sum_{i=1}^n (\text{tardanza})}{\sum_{i=1}^n (\text{tiempo})_{\text{asignado}}} \end{aligned}$$

Aplicando las fórmulas en nuestro ejemplo, sabiendo que para el ensamble del spray se requiere de toda una línea de producción, queda de la siguiente manera:

$$NO = \frac{TE \times IP}{E};$$

IP = Unidades a fabricar / tiempo disponible de un operador

NO = Número de Operadores para la línea; TE = Tiempo estándar de la Pieza, IP = Índice de Producción, E = Eficiencia planeada

Para calcular el número de operadores por operación se tiene:

$$NO = \frac{TE_{op} \times IP}{E}$$

TE_{op} = Tiempo estándar de la Operación

APLICACIÓN DEL BALANCEO DE LÍNEAS Y TIEMPO ESTÁNDAR

Se desea saber el Costo Unitario de la fabricación de 500 artículos en un turno de 8 horas, donde el salario es de \$50, entonces aplicando el tiempo estándar obtenido, tenemos que por cada elemento tenemos, teniendo en cuenta que se tiene una eficiencia del 90%

TE min	EP	IP	NOT	NOR	T	TA
3.6451	0.9	1.0417	4.3	5	0.729	0.893
4.8384	0.9	1.0417	5.6	6	0.806	0.893
5.6462	0.9	1.0417	6.5	7	0.807	0.893
2.9780	0.9	1.0417	3.4	4	0.744	0.893
2.6777	0.9	1.0417	3.1	3	0.893	0.893
4.8832	0.9	1.0417	5.7	6	0.814	0.893
4.1626	0.9	1.0417	4.8	5	0.833	0.893
5.2534	0.9	1.0417	6.1	6	0.876	0.893
0.5768	0.9	1.0417	0.7	1	0.577	0.893

0.2562	0.9	1.0417	0.3	1	0.256	0.893
0.5928	0.9	1.0417	0.7	1	0.593	0.893
17.4420	0.9	1.0417	20.2	20	0.872	0.893
3.2448	0.9	1.0417	3.8	4	0.811	0.893
11.0730	0.9	1.0417	12.8	13	0.852	0.893
4.7268	0.9	1.0417	5.5	6	0.788	0.893
3.0958	0.9	1.0417	3.6	4	0.774	0.893
1.7644	0.9	1.0417	2.0	2	0.882	0.893
24.3960	0.9	1.0417	28.2	28	0.871	0.893
5.6566	0.9	1.0417	6.5	7	0.808	0.893
2.2703	0.9	1.0417	2.6	3	0.757	0.893
5.3254	0.9	1.0417	6.2	6	0.888	0.893
2.6378	0.9	1.0417	3.1	3	0.879	0.893
1.1832	0.9	1.0417	1.4	2	0.592	0.893
10.7476	0.9	1.0417	12.4	13	0.827	0.893
19.5286	0.9	1.0417	22.6	23	0.849	0.893
2.9600	0.9	1.0417	3.4	4	0.740	0.893
7.3597	0.9	1.0417	8.5	9	0.818	0.893

1.7640	0.9	1.0417	2.0	2	0.882	0.893
--------	-----	--------	-----	---	-------	-------

$$\text{Producción por turno} = PPT = \frac{480}{0.893} = 537.51$$

$$\text{Costo Unitario} = \frac{(194)(\$50)}{537.51} = \$18.05c/u$$

$$\text{Eficiencia Real} = \frac{21.816}{25.004} \times 100\% = 87.25\%$$

IMPORTANCIA DEL MUESTREO.

El propósito de un estudio estadístico suele ser, extraer conclusiones acerca de la naturaleza de una población. Al ser la población grande y no poder ser estudiada en su integridad en la mayoría de los casos, las conclusiones obtenidas deben basarse en el examen de solamente una parte de ésta, lo que nos lleva, en primer lugar a la justificación, necesidad y definición de las diferentes técnicas de muestreo.

Los primeros términos obligados a los que debemos hacer referencia, definidos en el primer capítulo, serán los de estadístico estimador.

Dentro de este contexto, será necesario asumir un estadístico o estimador como una variable aleatoria con una determinada distribución, y que será la pieza clave en las dos amplias categorías de la inferencia estadística: la estimación y el contraste de hipótesis. El concepto de estimador, como herramienta fundamental, lo caracterizamos mediante una serie de propiedades que nos servirán para elegir el "mejor" para un determinado parámetro de una población, así como algunos métodos para la obtención de ellos, tanto en la estimación puntual como por intervalos.

¿Cómo deducir la ley de probabilidad sobre determinado carácter de una población cuando sólo conocemos una muestra? Este es un problema al que nos enfrentamos cuando por ejemplo tratamos de estudiar la relación entre el *fumar* y el *cáncer de pulmón* e intentamos extender las conclusiones obtenidas sobre una muestra al resto de individuos de la población. La tarea fundamental de la estadística inferencial, es hacer inferencias acerca de la población a partir de una muestra extraída de la misma. Aplicando el muestreo de trabajo para nuestro ejemplo quedaría de la siguiente manera:

$$S = \sqrt{\frac{pq}{n}} \quad \text{ó} \quad n = \frac{z^2 p(1-p)}{\epsilon^2}$$

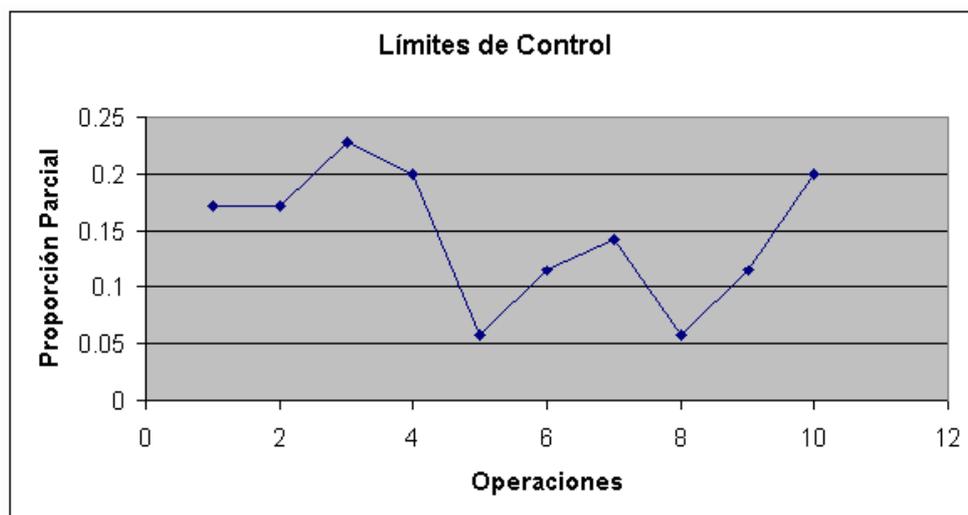
S_p = Error estándar de la Producción, p = porcentaje de tiempo inactivo, q = porcentaje de tiempo en marcha, n = número de observaciones o tamaño de la muestra que determinar

$$L.C. = p \pm 3\sqrt{\frac{pq}{n}}$$

L.C. = Límites de Control, p = Probabilidad de la Actividad a estudiar y n = Tamaño de la submuestra

Ahora bien, en la empresa aplicamos el muestreo para el elemento 24 que es la aplicación de solventes, que son necesario y suficientes, pues bien al observar los tiempos y mediante observación directa se determinó que para el muestreo de trabajo tenemos:

MUESTREO DEL TRABAJO												
Operaciones	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Total	
1 Inactividad	6	6	8	7	2	4	5	2	4	7	51	
2 Submuestra	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	350	
3 Proporción Parcial	0.171	0.17	0.23	0.2	0.06	0.11	0.14	0.06	0.11	0.2	0.145	



Sabiendo que si se tiene un nivel de confianza del 90%, procedemos a la determinación de "S" por medio de la expresión:

$$N = \frac{Z^2 P(1-P)}{S^2} \Leftrightarrow S = \sqrt{\frac{Z^2 P(1-P)}{N}}$$

por lo tanto

$$S = \sqrt{\frac{(1.695)(0.145)(1-0.145)}{350}} = 0.0245$$

De tal manera el cargo se determinará por medio de la fórmula $P \pm S$, el famoso intervalo de inactividad;

$$P + S = 0.145 + 0.0245 = 0.1695 \approx 16.95\%$$

$$P - S = 0.145 - 0.0245 = 0.1205 \approx 12.05\%$$

Por lo tanto el intervalo de inactividad se establece como:

$$12.05\% \leq \text{inactividad} \leq 16.95\%$$

Si cada día de trabajo es de 8 horas, también se sabe que el área de Pulido se dispone de 2 personas

Para el área de pulido se tiene:

$$10 \text{ días} = 80 \text{ horas} \times 2 \text{ personas} = 160 \text{ Horas-Hombre}$$

$$(12.05\%)(160 \text{ H-H}) \leq \text{Inactividad} \leq (16.95\%)(160 \text{ H-H})$$

$$19.28 \text{ hr-H} \leq \text{Inactividad} \leq 27.12 \text{ hr-H}$$

Ahora bien, se va a determinar el costo de Horas – Hombre ociosa, si el salario es de \$ 75/8 hrs;

$$(19.28 \text{ hr-H})(\$9.375/\text{hr}) \leq \text{INACTIVIDAD} \leq (27.12 \text{ hr-H})(\$ 9.375/\text{hr})$$

$$\$ 180.75 \leq \text{Inactividad} < \$ 254.25$$

LÍMITES DE CONTROL

En el trabajo se tienen como herramientas los límites de control, dichos que se determinan mediante la siguiente fórmula:

$$LC = p \pm 3\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$$

Calculo del límite de control superior y límite Control Inferior:

$$LC = 0.145 \pm 3 \sqrt{\frac{0.145(1 - 0.145)}{35}} \therefore$$

$$LCS = 0.145 + 0.1785 = \underline{0.3235}$$

$$LCI = 0.145 - 0.1785 = \underline{-0.0335}$$

(por lo tanto debe corregirse el LCI)

T

Ajustando la constante el determinamos ahora los Límites del Control

$$LCI = 0.145 - 2.43 \sqrt{\frac{(0.145)(0.855)}{35}}$$

$$\underline{\underline{LCI = 0.0004}}$$

Observando la gráfica y tomando en cuenta los valores de los límites que obtuvimos, observamos existe un comportamiento dentro de los límites, o sea no afecta mucho la inactividad de la aplicación de solventes (elemento 24) de nuestra tarea definida, ahora bien, si observamos la gráfica y tenemos en cuenta nuestros parámetros, no existen pérdidas pero tampoco ganancias, por la inactividad existente, realizamos un planteamiento importante, en donde la inactividad en 10 días de trabajo existe un intervalo \$ 180.75 \leq \text{Inactividad} < \\$ 254.25\$, no existen pérdidas tan grandes que afecte la economía de la empresa por ésta actividad aunque si influye porque muchas veces se tiene normas de rendimiento de mano de obra, maquinaria y equipo y esto afecta de manera por lo que como ingeniero industriales debemos tomar en cuenta para cualquier elemento o tarea definida.

- SISTEMA DE TIEMPOS PREDETERMINADOS

GENERALIDADES

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

Como lo indica la propia definición, los sistemas de tiempos predeterminados son técnicos para sintetizar los tiempos de una operación a partir de los tiempos tipo de los movimientos básicos.

La naturaleza de las referidas técnicas (denominadas en lo sucesivo «Sistemas NTPD») puede ilustrarse fácilmente recurriendo a un ciclo de trabajo sencillo, ejemplo, poner una arandela en un tornillo. El operario estira el brazo hasta la arandela, la agarra, la traslada hasta el tornillo, la coloca en el tornillo y la suelta.

En términos generales, constan de todos o algunos de estos cinco movimientos básicos, a los cuales se suman otros movimientos básicos, a los cuales se suman otros movimientos del cuerpo y otros pocos elementos. El siguiente cuadro ilustra los componentes de un sistema NTPD básico.

MOVIMIENTO	DESCRIPCIÓN
Estirar el Brazo	Mover la mano hasta el punto de destino.
Agarrar (Asir)	Obtener el dominio del objeto con los dedos.
Trasladar	Cambiar el objeto de lugar.
Colocar	Alinear objetos y ajustar unos en otros.
Soltar	No sujetar más el objeto.
Movimientos del Cuerpo	Movimientos de las piernas y del tronco.

Nota: para la aplicación de esta técnica se requiere un gran estudio sobre dicha técnica, por lo tanto lo que se realiza a continuación para nuestro ejemplo, es solo para observar el como se podría aplicar está técnica, tomando los resultados como lago burdo. Para esto nos apoyaremos de las siguientes tablas.

ALCANZAR TABLA I – R –

DISTANCIA			
DE MOVER		MANO	EN

(pgl)	TIEMPO TMU				MOVIMIENTO		CASO Y DESCRPCIÓN
	A	B	C ó D	E	A	B	
S/A MENOR	2.0	2.0	2.02	2.0	2.0	2.0	A Alcanzar el objeto en localización fija, o al objeten otra mano o sobre el que descansa la otra mano.
1	2.5	2.5	3.6	2.4	2.3	2..3	
2	4.0	4.0	5.9	3.8	3.5	2.7	
3	5.3	5.3	7.3	5.3	4.5	3.6	B Alcanzar a un solo objeto en una localización que puede variar ligeramente de ciclo a ciclo.
4	6.1	6.4	8.4	6.8	4.9	4.3	
5	6.5	7.8	9.4	7.4	5.3	5.0	
6	7.0	8.6	10.1	8.0	5.7	5.7	
7	7.4	9.3	10.8	8.7	6.1	6.5	
8	7.9	10.1	11.5	9.3	6.5	7.2	
9	8.3	10.8	12.2	9.9	6.9	7.6	
10	8.7	11.5	12.9	10.5	7.3	8.6	C Alcanzar a un objeto mezclado con otros en un grupo de modo que ocurran los elementos buscar y seleccionar.
12	9.6	12.9	14.2	11.8	8.1	10.1	
14	10.5	14.4	15.6	13.0	8.9	11.5	
16	11.4	15.8	17.0	14.2	9.7	12.9	
18	12.3	17.2	18.4	15.5	10.5	14.4	D Alcanzar a un objeto muy pequeño donde se requiera un asimiento exacto.
20	13.1	19.6	19.8	16.7	11.3	15.8	
							E Alcanzar a una localización

22	14.0	20.1	21.2	18.0	12.1	17.3	indefinida para llevar la mano a una posición para el equilibrio del cuerpo, o el movimiento siguiente, o fuera del camino.
24	14.9	21.5	22.5	19.2	12.9	18.8	
26	15.8	22.9	23.9	20.4	13.7	20.2	
28	16.7	24.4	25.3	21.7	15.5	21.7	
30	17.5	25.8	26.7	22.9	15.3	23.2	

MOVER TABLA II – M –

DISTANCI A DE MOVER (PGL)	TIEMPO TMU				MARGEN POR PESO			CASO Y DESCRIPCIÓN
	A	B	C	MANO EN MOVIMIENT O D	PESO(LB) HASTA DE	FACTO R	TMU CONSTANT E	
S/A MENOR	2.0	2.0	2.0	1.7	2.5	0	0	A Mover el objeto a la otra mano o contra tope.
1	2.5	2.9	3.4	2.3				
2	3.6	4.6	5.2	2.9				
3	4.9	5.7	6.7	3.6	7.5	1.06	2.2	
4	6.1	6.9	8.0	4.3				
5	7.3	8.0	9.2	5.0	12.5	1.11	3.9	
6	8.1	8.9	10. 3	5.7				

7	8.9	9.7	11.1	6.5	17.5	1.17	5.6	B Mover el objeto a una localización aproximada o indefinida.
8	9.7	10.6	11.8	7.2	22.5	1.22	7.4	
9	10.5	11.5	12.7	7.9				
10	11.3	12.2	13.5	8.6	27.5	1.28	9.1	
12	12.9	13.4	15.2	10.0				
16	14.4	14.6	16.9	11.4	32.5	1.33	10.8	
16	16.0	15.8	18.7	12.8				
18	17.6	17.0	20.4	14.2	37.5	1.39	12.5	
20	19.2	18.2	22.1	15.6				
22	20.8	19.4	23.8	17.0	42.5	1.44	14.3	C Mover el objeto a una localización exacta.
24	22.4	20.6	25.5	18.4				
26	24.0	21.8	27.3	19.8	47.5	1.50	16.0	
28	25.5	23.1	29.0	21.2				

30	27. 1	24. 3	30. 7	22.7					
----	----------	----------	----------	------	--	--	--	--	--

GIRAR Y APLICAR PRESIÓN

TABLA IIIA – T & AP –

PESO	TIEMPO EN TMU PARA ÁNGULOS (EN 9) GIRADOS										
	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
PEQUEÑO 0 A 2 LIBRAS	2.8	3.5	4.1	4.8	5.4	6.1	6.8	7.4	9.1	8.7	9.4
MEDIANO 2.1 A 10 LIBRAS	4.4	5.5	6.5	7.5	8.5	9.6	10.6	11.	12.7	13.7	14.8
GRANDE 10.1 A 35 LIBRAS	8.4	10.5	12.3	14.4	16.2	18.3	20.4	22.2	24.3	26.1	29.2
APLICAR PRESIÓN, CASO 1– 16.2 TMU APLICAR PRESIÓN, CASO 2 – 10.6 TMU											

TABLA IIIB – T & AP –

CICLO COMPLETO			COMPONENTES		
SIMBOLO	TMU	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	TMU	DESCRIPCION
APA	106	AF + DM + RLF	AF	3.4	Aplicar Fuerza
APB	16.2	APA + G2	DM	4.2	Mantener Fuerza Mínima
			RLF	3.0	Soltar fuerza

ASIR TABLA IV – G –

CASO	TIEMPO TMU	DESCRIPCIÓN
1A	2.0	Asir para recoger objeto pequeño, mediano a o grande, fácil de asir.
1A	3.5	Objeto muy pequeño o uno opuesto contra una superficie plana.
1C1	7.3	Interferencia con asir por el fondo y un lado del objeto casi cilíndrico. Diámetro mayor que 12".
1C2	8.7	Interferencia con asir por el fondo y un lado del objeto casi cilíndrico. Diámetro de 14" a 12".
1C3	10.8	Interferencia con asir por el fondo y un lado del objeto casi cilíndrico. Diámetro menor que 12".
2	5.6	Reasir
3	5.6	Asir para traslado
4A	7.3	Objeto mezclado con otros de modo que ocurran alcanzar y seleccionar. Mayor que 1" X 1" X 1".
4B	9.1	Objeto mezclado con otros de modo que ocurran alcanzar y seleccionar. De 14" X 14" X 18" a 1" X 1" X 1".
AC	12.9	Objeto mezclado con otros de modo que ocurran alcanzar y seleccionar. Mayor que 1" X 1" X 1".
5	0	Asir de contacto, deslizamiento o con agarre en gancho.

COLOCAR EN POSICIÓN TABLA V – P –

CLASE DE AJUSTE	SIMETRÍA	DE FACIL MANEJO	DE DIFÍCIL MANEJO
1. Holgado, no requiere presión.	S	5.6	11.2
	SS	9.1	14.7

	NS	10.4	16.0
□ Estrecho, requiere presión ligera.	S	16.2	21.8
	SS	19.7	25.3
	NS	21.0	26.6
□ Exacta, requiere presión intensa.	S	43.0	48.6
	SS	46.5	52.1
	NS	47.8	53.4

SOLTAR TABLA VI – RL –

CASO	TIEMPO TMU	DESCRIPCIÓN
1	2.0	Soltar normal realizado abriendo los dedos como movimiento independiente.
2	0	Soltar de Contacto.

DESENGANCHE TABLA VII – D –

CLASE DE AJUSTE	DE MANEJO	FACIL	DE MANEJO	DIFÍCIL
1. Holgado; esfuerzo muy ligero, se mezcla con nivel subsecuente.	4.0		5.7	
□ Estrecho; esfuerzo normal, retroceso ligero	7.5		11.8	
□ Apretado; esfuerzo considerable, retroceso manual muy considerable.				

	22.9	34.7
--	------	------

TIEMPO DE DESPLAZAMIENTO DE OJO Y ENFOQUE OCULAR.

TABLA VIII – ET & EF –

Tiempo de desplazamiento de ojo = $15.2 \times (T/D)$ TMU, con un valor máximo de 20 TMU.

Donde:

T = distancia entre los puntos límites de desplazamiento del ojo.

D = distancia perpendicular del ojo a la línea de desplazamiento T.

Tiempo de enfoque ocular = 7.3 TMU.

Para ver el gráfico seleccione la opción "Descargar" del menú superior

SIGNIFICADO DE LAS SIGLAS DE LA TABLA.

W.- Dentro de la zona de visión normal.

O.- Fuera del área de visión normal.

E.- FÁCIL de manejar.

D.- DIFÍCIL de manejar.

MOVIMIENTOS NO INCURRIDOS EN LA TABLA ANTERIOR.

GIRAR.- Normalmente FÁCIL con todos los movimientos, excepto cuando el GIRAR esta controlado, o con el DESTABAR.

APLICAR PRESIÓN.- Puede ser FÁCIL, PRÁCTICO ó DIFÍCIL. Cada paso se debe analizar.

COLOCAR EN POSICIÓN.- Clase 3, siempre DIFÍCIL.

DESTABAR.- Clase 3, normalmente FÁCIL.

SOLTAR.- Siempre DIFÍCIL.

DESTABAR.- Cualquier clase puede ser DIFÍCIL, si se debe tener cuidado para evitar lesiones o daños al objeto.

Para la aplicación de esta técnica se requiere un gran estudio sobre dicha técnica, por lo tanto lo que se realiza a continuación para nuestro ejemplo, es solo para observar el como se podría aplicar esta técnica, tomando los resultados como algo burdo. Para esto nos apoyaremos de las siguientes tablas, ahora bien, en el caso de nuestro estudio en la empresa Glaxosmithkline tomamos en cuenta a partir del elemento 26 hasta el último esto con el fin de

poder aplicar los sistemas de tiempos predeterminados en éstas actividades, ahora bien, en las siguientes hojas se muestran, las tablas que se aplican para el MTM, tomando en cuenta que existe un determinada naturaleza para determinar el tiempo estándar de nuestros elementos definidos o seleccionados para aplicar MTM, ahora bien, en éste caso se esta manejando una nueva nomenclatura de tiempo que es TMU donde $1 \text{ TMU} = 0.0036$ segundos, estos son el fin de determinar el tiempo que se lleva éstos elementos, vamos a encontrar valores interesante y significativos que sirvan para la aplicación de tiempo estándar como se mencionó anteriormente para la industria y productividad.

PARA EL ENSAMBLE DEL SPRAY DE SALBUTAMOL

DESCRIPCIÓN DE MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO	TMU	TMU	TMU	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DE LA MANO DERECHA
Alcanzar el Tubo de Salbutamol	R8B	10.1	10.1	10.1	R8B	Alcanzar el Aplicador
Asir el Tubo de Salbutamol	G1A	2	2	2	G1A	Asir el Aplicador
Mover el Tubo de Salbutamol	M6B	8.9	8.9	8.9	M6B	Mover el Aplicador
Asir el Tubo de Salbutamol	G1A	2	10.4	10.4	PN5	Colocar en Posición el Aplicador
Asir el Tubo de Salbutamol	G1A	2	5.7	5.7	M3B	Mover el Aplicador hasta el tope
Asir el Tubo de Salbutamol	G1A	2	2	2	RL1	Soltar la pieza Ensamblada
Asir Pieza Ensamblada	G1A	2	10.1	10.1	R8B	Alcanzar el Tapón
Asir Pieza	G1A	2	8.9	8.9	M6B	Mover el Tapón

Ensamblada							
Asir Ensamblada	Pieza	G1A	2	10.4	10.4	PNS	Colocar en Posición el Tapón
Asir Ensamblada	Pieza	G1A	2	4.6	4.6	M2B	Mover el Tapón hasta el Tope
Soltar Ensamblada	Pieza	RL1	2	2	2	G1A	Asir Pieza Ensamblada
Ociosa		0	0	12.2	12.2	M10B	Mover hasta Caja de Almacén
Ociosa		0	0	2	2	RL1	Soltar Pieza Ensamblada
Total en TMU				89.3			
Total en Segundos				3.189			

Diagrama Bimanual

Diagrama Num. 1 Hoja Num. 1	Disposición del Lugar de Trabajo
Dibujo y Pieza: lamina de mármol	tUBO DE SALBUTAMOL APLICADOR PIEZA ensambada TAPON
OPERACIONES: tOMAR TUBO DE sALBUTAMOL, ENSAMBLAR EL AEROSOL	
Lugar: departamento de ENSAMB.E	
Operario: RODRÍGUEZ	
Compuesto: ESCALONA MORENO IVÁN Fecha: mayo del 2002	
Mano Izquierda	Mano Derecha

Operaciones	0	2		
Transportes	2	8		
Esperas	2	0		
Sostenimientos	8	2		
Inspecciones	-	-		
Totales	11	12		

BASIC - MOST

MOST es un sistema de tiempos predeterminados, el cual permite al análisis de cualquier operación manual y de algunas operaciones con equipo. El concepto de MOST se basa en las actividades fundamentales, de las cuales se refiere la combinación de movimientos para analizar el movimiento de los objetos. Las formas básicas de movimiento son escritas por secuencia, el nombre de MOST, se deriva libremente de las iniciales de las palabras Maynard Operation Sequence Technique (Técnica Secuencial de Operación Maynard).

La habilidad en el manejo de la técnica BASIC-MOST como una herramienta actual en la medición del trabajo para obtener el tiempo estándar de un proceso productivo (mediante el análisis de secuencia de movimientos).

La secuencia de movimientos general identifica el movimiento especial libre de un objeto a través del aire, mientras que la secuencia de desplazamiento controlado describe el movimiento de un objeto cuando permanece en contacto con una superficie o esta fijo a otro durante el movimiento. La secuencia de un uso de una herramienta ha sido desarrollada para el empleo de herramientas de manos comunes.

El estudio de tiempos se convirtió en una herramienta predominante de "Trabajo Medido". Y este trabajo medido es ampliamente utilizado en muchas compañías mundiales. Después de un lapso prolongado se encontraron nuevos caminos para el desarrollo de un nuevo sistema el cual contenía una combinación del trabajo anterior . este sistema fue llamado "Sistema de Movimientos y Tiempos Predeterminados" el cual es un desarrollo de los datos y los tiempos necesarios con los movimientos básicos.

Las compañías afirman que los analistas pueden determinar estándares MOST por lo menos cinco veces más rápido que los estándares MTM-1, con muy poco, si es que lo hay, sacrificio en exactitud. El MOST utiliza bloques más grandes de movimientos fundamentales que el MTM-2, es mucho más rápido, MOST utiliza 16 fragmentos de tiempo, e identifica tres modelos de secuencias básicos:

- Desplazamiento General.
- Desplazamiento Controlado.
- Uso de Herramientas.

Se pueden establecer estándares de actuación mediante tiempos de movimientos sistemáticos. Si los datos han de ser utilizados para este propósito se requiere un conocimiento mayor de las técnicas de aplicación.

Sistema de Tiempos Predeterminados (MOST)

		MOST Calculation	CODE: 102		
		PROD/AREA: Área de Etiquetado	Fecha: 25 de Mayo del 2002		
		OPERATION: Etiquetado, ensamblado y almacenamiento de aerosol	SING: Iván Escalona Moreno		
			Página 1		
Objeto: Aerosol, Condiciones: Normales Operario: Rodríguez					
Nº	Descripción del Método	S	Modelos de Secuencia	F	TMU
1	Almacenamiento del material, el operario camina por el material 3 metros, entra a la bodega y toma el material		A₁ B₃ G₃ A₆ B₁₆ P₀ A₀		290
2	Toma el material suficiente y necesario, y lo coloca la caja en una banda transportadora		A₀ B₀ G₀ M₁₆ X₃ I₁ A₀ A₀ B₀ G₀ A₀ B₀ P₆ A₀		260
3	Camina hacia un tubo, 2.4 metros y acomoda en línea el tubo		A₆ B₀ G₃ A₀ B₀ P₆ A₀		150

4	Transporte hacia el engrane unos 0.6 metros	$A_1 B_1 G_0 A_0 B_0 P_0 A_0$	20
5	Toma el Aerosol, utiliza la máquina para etiquetar el aerosol, utilizando diversos dispositivos para el etiquetado	$A_1 B_1 G_3 A_1 B_3 P_1 S_{24} A_1 B_3 P_1 A_0$ $A_1 B_1 G_3 A_1 B_3 P_1 M_{24} A_1 B_3 P_1 A_0$ $A_1 B_1 G_3 A_1 B_3 P_1 R_1 A_1 B_3 P_1 A_0$ $A_1 B_1 G_3 A_1 B_3 P_1 S_{24} A_1 B_3 P_1 A_1$	1330
6	Camina hacia la rejilla 1 m, vaciado de rejilla a la caja	$A_3 B_0 G_0 A_0 B_0 P_6 A_0$	90
7	Regresa a la máquina, y configura el equipo, presionando dos botones de mando directo	$A_3 B_0 G_1 M_1 X_0 I_0 A_0$ $A_0 B_0 G_1 M_1 X_0 I_0 A_0$	70
8	Camina hacia el lote 10 metros, atraviesa la puerta y camina 2 metros	$A_{24} B_{16} G_0 A_6 B_0 P_0 A_0$	460
9	Toma la caja y la transporta hacia la mesa da 1 paso	$A_0 B_0 G_3 M_1 X_1 I_0 A_0$	50
10	Vaciado de caja a área de trabajo, camina hacia la máquina 2 metros	$A_6 B_0 G_3 A_0 B_0 P_6 A_0$	150
11	Ensambla el tubo o la pieza, mediante la aplicación de fuerzas de maquinas y uso de herramientas de dicho dispositivo para realizar el ensamble y finalmente para inspeccionar	$A_1 B_1 G_3 A_1 B_3 P_1 C_6 A_1 B_3 P_1 A_0$ $A_1 B_1 G_3 A_1 B_3 P_1 S_{24} A_1 B_3 P_1 A_0$ $A_1 B_1 G_3 A_1 B_3 P_1 M_{24} A_1 B_3 P_1 A_0$ $A_1 B_1 G_3 A_1 B_3 P_1 R_1 A_1 B_3 P_1 A_0$ $A_1 B_1 G_3 A_1 B_3 P_1 S_{24} A_1 B_3 P_1 A_1$ $A_1 B_1 G_3 A_1 B_3 P_1 T_{24} A_1 B_3 P_1 A_1$	1391
12	Toma la caja que está al alcance con muchas cajas y toma una caja de empaque	$A_1 B_0 G_1 M_{10} X_0 I_0 A_0$	120
13	Acerca la caja de empaque y mete el aerosol en la caja (10 veces repite el proceso)	$A_0 B_3 G_0 M_6 X_6 I_6 A_0$	2100

14	Cierra la tapa de la caja de empaque, transporta la caja al patín, camina una distancia de 2 metro	A ₁ B ₀ G ₁ M ₁ X ₀ I ₀ A ₁	40
Tiempo: 6521 TMU Milihoras (mHr): 65.21 Minutos (min): 3.9126			

El empleo de la técnicas aprendidas tenemos el MOST, éste es preciso, ya que como observamos podemos decir que el tiempo estándar del elemento 26 hasta finalizar la operación, el tiempo estándar del puro proceso es de 3.9126 minutos que es un tiempo razonable para las actividades realizadas por el operario, el MOST es un buena técnica, es precisa rápida, segura y confiable como lo pudimos apreciar en el estudio en la empresa Glaxosmithkline, aprendimos que se puede aplicar el MOST y aprender mucho obre los resultados observados, éstos deben seguir un secuencia lógica ya que sin ello podemos tener problemas en el cálculo de tiempos y movimientos, pues bien el MOST es bueno aplicarlo pero requiere de más tiempo de estudio en donde para ser expertos y tener un conocimiento debemos entender toda la nomenclatura y uso del MOST.

DATOS DE ESTÁNDARES

- Justificación de la Aplicación de los Datos Estándar
- Usar los datos de estándares que comprendan una colección de tiempos normales gráficos o tabulados para el movimiento de los elementos del trabajo
- Mantener separados los elementos de preparación y cíclicos
- Mantener separados los elementos constantes y variables
- Agregar suplementos después de sumar los tiempos de los elementos para obtener un nuevo estándar de tiempo.

CÁLCULO DE TIEMPO DE MÁQUINAS

Forma del desarrollo de datos estándares

Máquina de Etiquetado con Matriz

Parte Núm.: 1 Máquina núm. y tipo 3 XPGB Operario: Rodríguez López

Número de partes en bandeja: 25

Peso Total de piezas y molde: 2.5 kilogramos

Capacidad en libras del depósito: 150 libras

Descripción de etiquetado de la pieza: Se prepara la superficie para después aplicar elementos que sean capaz de adherir la etiqueta

ELEMENTOS	TIEMPO	PUNTOS TERMINALES
Colocar metal en depósito	1 min	Todo el tiempo de espera mientras se vacía el metal
Enfriar metal	0.5 min	Desde que el operario comienza a agregar metal frío líquido en el depósito, hasta que deja de hacerlo
Quitar escoria del metal	2 min	Desde que el operario comienza la limpieza hasta que haya quitado toda la escoria
Llenar cucharón con metal	2 min	Desde que el Cucharón comienza a sumergirse en el metal hasta que llega a la orilla de la máquina o hasta que el Cucharón comienza a inclinarse para el vaciado
Vaciar Metal	0.5 min	Desde que el cucharón comienza a inclinarse para el vaciado hasta que llega lleno a la orilla de la máquina
Vaciar el metal del cucharón en la máquina	0.5 min	Desde que el Cucharón lleno llega a la orilla de la máquina hasta que el pie comienza a accionar la prensa
Iniciar la acción de la prensa	1.5 min	Desde que el pie comienza a moverse hacia el pedal hasta que la prensa comienza a bajar
Etiquetado	2 min	Completar el accionamiento del etiquetado
Sostener el émbolo abajo	1 min	Desde que el émbolo deja de moverse hasta que se saca el lingote de la cavidad
Presionar botón y elevar el lingote	0.5 min	Desde que se levanta el lingote de la cavidad hasta que se empuja a la bandeja o al depósito

En Glaxosmithkline, determinamos, el tiempo de estándares de la máquina que se encarga del etiquetado, pues bien, tenemos en cuenta que tarda 11.5 min, pero nunca debemos olvidar los suplementos que se presentan durante la operación del etiquetado que es de ½ min, por lo que tenemos que el tiempo después de agregar suplementos después de sumar

los tiempos de los elementos (11.5 min) tenemos que el nuevo estándar de tiempo es de 12 min. Los datos de tiempos estándar son los tiempos de los elementos obtenidos en estudios, que han demostrado ser precisos y confiables durante nuestro estudio en Glaxosmithkline.

Tiempo de Taladro

frm212

Cálculo de Tiempo Estándar de Corte con Taladro

Introducir los siguientes datos:

Diámetro de la Broca: 8 pulg
 Avance por Revolución: 0.1 pulg
 Velocidad Periférica: 150 pies/min
 Longitud de Taladrado: 4 pulg
 Revoluciones del Taladro: 71.6197 rpm

Tipo de Taladrado:
 Taladrado Lado a Lado
 Agujeros Ciegos

Saliente de la Broca: 2.4034
 Avance en pulgadas / min: 7.1625
 Tiempo de Corte (min.): 0.0940

< Atras Salir Otra Operación

Tiempo de Torno

frm213

Cálculo de tiempo estándar de corte con torno

Introducir los siguientes datos:

Diámetro de la Pieza: 2 pulg
 Avance por Revolución: 0.2 pulg
 Velocidad Periférica: 250 pies/min
 Longitud Total de Corte: 25 pulg
 Revoluciones del Taladro: 477.4648 rpm

Resultados:

Tiempo de Corte (min.): 0.2618
 Avance en pulgadas / min: 95.5000

< Atras Salir Otra Operación

Trabajo de Fresadora

Tiempo de Fresado

Cálculo de tiempo estándar de corte con fresadora

Introducir los siguientes datos:

Diámetro Exterior de la Fresa: 2 pulg
 Alimentación por Diente de la Fresa: 0.010 pulg
 Velocidad Periférica de la Fresa: 300 pies/min
 Número de Dientes de la Fresa: 9
 Profundidad de Corte de la Fresa: 0.02 pulg
 Longitud del Material a Cortar: 15 pulg
 Revoluciones de la Fresa: 572.9578 rpm

Tiempo de Corte (min.): 0.2947
 Avance de la Pza. pulg/min: 51.5700

< Atras Salir Otra Operación

DATOS DE ESTÁNDARES

Elementos de Preparación: Minutos

- A. Estudiar el dibujo 1.25
- B. Traer material y herramientas, regresar y colocar para trabajar 3.75
- C. Ajustar altera de la mesa 1.31
- D. Iniciar y detener la máquina 0.09
- E. Inspección de primera pieza (TN de espera por inspector) 5.25
- F. Contar la producción y registrarla en la tarjeta 1.50
- G. Limpiar mesa y plantilla 1.75
- H. Montar la broca en el husillo 0.16
- I. Retirar la broca del husillo 0.14

Elementos para cada Pieza

- 1. Rectificar la broca 0.78
- 2. Montar la broca en el husillo 0.16
- 3. Montar la broca en el husillo (boquilla de cambio rápido) 0.05
- 4. Preparar el husillo 0.42
- 5. Cambiar la velocidad del husillo 0.72
- 6. Retirar la herramienta del husillo 0.14
- 7. Retirar la herramienta del husillo 0.035
- 8. Tomar la pieza y colocarla en la plantilla
 - a) con sujetador de acción rápida 0.070
 - b) con tornillo de mariposa 0.080
- 9. Retira la pieza de la plantilla
 - a) con sujetador de acción rápida 0.050
 - b) con tornillo de mariposa 0.060
- 10. Posicionar la pieza y avanzar el taladro 0.042
- 11. Avanzar el taladro 0.035
- 12. Sacar la broca 0.023

13. Sacar la broca, reposicionar y avanzar el taladro (mismo husillo) 0.048
14. Sacar la broca, reposicionar y avanzar el taladro (h. Adyacente) 0.090
15. montar el buje de la broca 0.046
16. quitar el buje de la broca 0.035
17. Dejar a un lado la pieza 0.022
18. soplar para quitar virutas de la plantilla y dejar a un lado la pza. 0.081
19. Revisar la pieza con el calibrador (por agujero) 0.12

FÓRMULAS DE TIEMPO

PROBLEMARIO DE APLICACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR.

EJEMPLOS:

1. La compañía Dorben está utilizando la técnica de muestreo para establecer estándares en su centro de mecanografía. Este centro tiene variada actividades que influyen mecanografiando a partir de grabaciones en cinta, archivo registro en kardex y copiado. Dichos organismos tienen seis mecanógrafos que trabajan a la semana de 40 horas. Mil setecientas observaciones al azar se realizaron en un periodo de cuatro semanas. Durante este lapso se produjeron 1852 cuartillas del tipo rutina. De las observaciones al azar 1225 indicaron que se hacía escritura a máquina suponiendo un 20% de margen o tolerancia por demora personal y fatiga, y un factor de calificación de la actuación ajustado de 0.85.

¿Calcule el estándar horario por cuartilla de mecanografía?

DATOS

N = 1700 observaciones.

P = 1852 cuartillas.

n = 1225 observaciones.

Tolerancias = 0.20.

R = 85.

T = 960 horas.

$$T_n = \frac{(1225\text{obs.})(960\text{hrs.})(0.85)}{(1852\text{cuartilla})(1700\text{obs.})} = 0.317495 \frac{\text{horas}}{\text{cuartilla}}$$

$$T.E. = T_n + \text{Tolerancias}$$

$$\text{Tolerancias} = T_n(0.20) = 0.063499$$

$$T.E. = 0.317495 + 0.063499 = 0.380 \frac{\text{horas}}{\text{cuartilla}}$$

2. El analista de la compañía Dorben realizó 10 estudios de tiempos independientes en la sección de pintado a mano con pulverizador o pistola de aire del departamento de acabado.

La línea de productos en estudio reveló una relación directa entre el tiempo de aplicación de pintura y el área de la superficie del producto. A continuación se dan los siguientes datos recopilados.

ESTUDIO	FACTOR DE NIVELACIÓN	ÁREA DE LA SUPERFICIE DEL PRODUCTO	TIEMPO ESTÁNDAR
1	0.95	170	0.32
2	1.00	12	0.11
3	1.05	150	0.31
4	0.80	41	0.14
5	1.20	130	0.27
6	1.00	50	0.18
7	0.85	120	0.24
8	0.90	70	0.23

9	1.00	105	0.25
10	1.10	95	0.22

Calcule la pendiente y la ordenada al origen utilizando las ecuaciones de línea de regresión ¿Cuánto tiempo de pintado para una pieza nueva que tuviese un área de superficie de 250?

$$\hat{m} = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2};$$

$$\hat{b} = \frac{\sum y_i - \hat{m}(\sum x_i)}{n};$$

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

FÓRMULA :

ESTUDIO	FACTOR DE NIVELACIÓN	ÁREA DE SUPERFICIE DE PRODUCTO (X)	TIEMPO ESTÁNDAR (Y)	X	XY
1	0.95	170	0.32	28900	54.4
2	1.00	12	0.11	144	1.32
3	1.05	150	0.31	22500	46.5
4	0.80	41	0.14	1681	5.74
5	1.20	130	0.27	16900	35.1
6	1.00	50	0.18	2500	9

7	0.85	120	0.24	14400	28.8
8	0.90	70	0.23	4900	16.1
9	1.00	105	0.25	11025	26.25
10	1.10	95	0.22	9025	20.9
TOTAL		94.3	2.27	111975	244.11

$$N = 10$$

$$b = \frac{(111975)(2.27) - (94.3)(244.11)}{(10)(111975) - (94.3)^2} = 0.208094$$

$$m = \frac{(10)(244.11) - (94.3)(2.279)}{(10)(111975) - (94.3)^2} = 0.00200479$$

$$Y = mx + b$$

$$T = (0.00200479)(250) + (0.208094) = 0.70$$

3. El analista de medición del trabajo en la misma compañía Dorben desea obtener una ecuación precisa para estimar la longitud de corte en diversas configuraciones de lámina metálica empleando un cierre de cinta.

NO.	PULGADAS (X)	TIEMPO ESTÁNDAR (Y)	X	XY
1	10	0.40	100	4
2	42	0.80	1764	33.6

3	13	0.54	169	7.02
4	35	0.71	1225	24085
5	20	0.55	400	11
6	32	0.66	1024	21.12
7	22	0.60	484	13.2
8	27	0.61	729	16.47
TOTAL	201	4.87	5895	131.26

¿Cuál será la relación de longitud de corte y el tiempo estándar utilizando la técnica de mínimos cuadrados?

$$\Sigma y = Nb + m\Sigma x$$

$$\Sigma xy = b\Sigma x + m\Sigma x^2$$

$$Nb = \Sigma y - m\Sigma x$$

$$8b = 4.87 - 201m \text{ -----(1)}$$

$$b\Sigma x = \Sigma xy - m\Sigma x^2$$

$$201b = 131.26 - 5895m \text{ -----(2)}$$

Sustituyendo:

Multiplicamos la ecuación 1 por "201" y la ecuación 2 por "8":

$$1608b = 978.87 - 40401m$$

$$1608b = 1050.08 - 47160m$$

$$0 = -71.21 + 6759m$$

Sustituyendo en la ecuación 1:

$$8b = 4.87 - 201(0.010535)$$

$$b = 0.34406$$

El analista de medición del trabajo de la compañía XYZ desea elaborar datos estándares correspondientes a movimientos manuales rápidos y repetitivos, para su empleo en un departamento de ensamblaje ligero. Debido a la brevedad de los elementos de datos estándares deseados, está obligado a medirlos en grupos a medidas que realizan en el taller de la fabrica.

En un cierto estudio procura obtener datos estándares para cinco elementos, que se designan como A, B, C, D y E. Utilizando un cronómetro decimal rápido (de 0.001 min.) el analista estudió una variedad de operación de ensamble y obtuvo los siguientes datos:

A + B + C = 0.131 min.	No. 1	A	(1)
B + C + D = 0.114 min.	No. 2	B	(2)
C + D + E = 0.074 min.	No. 3	C	(3)
D + E + A = 0.085 min.	No. 4	D	(4)
E + A + B = 0.118 min.	No. 5	E	(5)

Calcule los valores de datos estándares para cada uno de los elementos A, B, C, D y E.

$$A + B + C + D + E = T$$

$$0.131 + 0.114 + 0.074 + 0.085 + 0.118 = 0.522 \text{ min.}$$

$$a + b + c + d + e = 0.522 / 3 = 0.174$$

$$A + D + E = 0.174$$

$$D + E = 0.174 - 0.131 = 0.043 \text{ min.}$$

$$C + D + E = 0.074 \text{ min.}$$

$$C = 0.074 - 0.043 \text{ min.} = 0.031 \text{ min.}$$

De la misma manera:

$$D + E + A = 0.085$$

Despejando a " A " :

$$A = 0.085 - 0.043 = 0.042 \text{ min.}$$

Sustituyendo en la ecuación 1:

$$A + B + C = 0.131 \quad B = 0.131 - (C + A)$$

$$B = 0.131 - (0.031 + 0.042)$$

$$B = 1.237$$

Sustituyendo en la ecuación 2:

$$B + C + D = 0.114$$

$$D = 0.114 - (B + C) = 0.114 - (1.23 + 0.031)$$

$$D = -1.147$$

Por ultimo sustituyendo en la ecuación 3:

$$C + D + E = 0.074$$

$$E = 0.074 - (C - D) = 0.074 - (0.031 - 1.147)$$

$$E = 1.19$$

4.7.1 Concepto de la actuación normal

La empresa dedicada a fabricar productos de bajo costo y competitivos tendrán una concepción mas “estrecha” de lo que es la actuación estándar. Deberá descubrir la habilidad y el esfuerzo comprendido en la actuación, de manera que todos los trabajadores de la fábrica o planta pueda comprender cabalmente el concepto de normalidad establecido en esa factoría

4.7.2 Métodos

La habilidad “pericia en seguir un método dado”, se determina por su experiencia y aptitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo. Una disminución en la habilidad es resultado de una alteración de las facultades de vida a factores físicos o psicológicos, reducción en agudeza visual, falla de reflejos y perdida de fuerza o coordinación muscular.

El esfuerzo se define como “demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia”. Cuando se evalué el esfuerzo el observador debe tener cuidado de calificar solo el empeño demostrado en realidad; un operario aplicara un esfuerzo mal dirigido empleando un alto ritmo a fin de aumentar el tiempo del ciclo del estudio, y obtener todavía un factor liberal de calificación.

- En este sistema se consideran 4 factores al evaluar la actuación del operario, que son: habilidad, esfuerzo, empeño, condiciones y consistencia.
- Seis clases representativas de rapidez aceptable: deficiente, aceptable, regular, bueno, excelente y excesivo. Las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan en la estación de trabajo.
- Los elementos que afectan las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruidos.

- Las condiciones que afectan la operación no se tomaran en cuenta cuando se apliquen las condiciones de trabajo el factor de actuación, existen 6 clases generales de condiciones denominadas condiciones de estado general como: ideales, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficientes.

Los elementos controlados tendrán una consistencia de valores casi perfecta pero tales elementos no se califican.

- Existen 6 clases de consistencias: perfecta, excelente, buena, regular, aceptable y deficiente.

4.7.2.1. Método WESTING HOUSE

El método westinghouse sirve para calificar la actuación y se encuentra adaptado a la nivelación de todo estudio más que a la evaluación elemental, pero la forma para el estudio de tiempos no proporciona el espacio suficiente para evaluar la habilidad el esfuerzo, las condiciones y consistencia para cada elemento de cada ciclo. Este sistema incluye únicamente factores de habilidad y esfuerzo que intervienen en la determinación del factor de actuación; este sistema en el año de 1949 diseño un nuevo método de calificación al que llamo plan para calificar actuaciones por lo que dicho sistema se emplea para calificar actuaciones en la mayor parte de las plantas; las características que se consideran necesarias en la técnica para calificar actuaciones del sistema westinghouse fueron: la destreza, efectividad y la aplicación física.

La destreza se ha dividido en 3 atributos:

1. Habilidad exhibida en el empleo de equipo y herramientas y el ensamblaje de piezas.
2. Seguridad de movimientos.
3. Coordinación y ritmo.

La efectividad se ha dividió en 4 atributos:

1. Aptitud manifiesta para reponer y tomar continuamente herramientas y piezas con automatismo y exactitud.
2. Aptitud manifiesta para facilitar, eliminar, combinar o acortar movimientos.
3. Aptitud manifiesta para usar ambas manos con igual soltura.

4. Aptitud manifiesta para limitar los esfuerzos al trabajo necesario.

La aplicación física se ha dividido en 2 atributos:

1. Ritmo de trabajo. 2. atención.

Procedimiento que se sigue para su adiestramiento:

1. Proyectar una película y se explica la operación.
2. Se califica la película.
3. Las calificaciones individuales se comparan y estudian.
4. La película se proyecta de nuevo, y se señalan y explican los atributos.
5. El paso 4 se repite, para su comprensión.

CALIFICACIÓN SISTEMÁTICA

Determina un factor de actuación para elementos de esfuerzo del ciclo de trabajo por la comparación de los tiempos reales elementales observados con los desarrollados por medio de los datos de movimientos fundamentales.

f_t

$p =$

o

donde:

p = factor de actuación. f_t = tiempo de movimiento. o = tiempo elemental medio observado para los elementos utilizados en f_t .

Cuando se comparan con la actuación real, influye el factor de calificación dado al operario. Las mayores objeciones a la aplicación del procedimiento de nivelación sistemática, es el tiempo para elaborar un diagrama de mano derecha e izquierda de los elementos seleccionados para el establecimiento de los tiempos de movimientos básicos. Muchos estándares se establecen de esta forma usando datos estándares o datos de movimientos fundamentales.

CALIFICACIÓN POR VELOCIDAD

Método de evaluación de la actuación en el que solo se considera la rapidez de realización del trabajo. El observador mide la efectividad del operario en comparación con el concepto de un operario normal que lleva a cabo el mismo trabajo y luego asigna un porcentaje para indicar la relación o razón de la actuación observada a la actuación normal. Con el procedimiento de calificación por velocidad, el analista realiza un primer lugar una estimación acerca de la actuación, a fin de averiguar si esta por encima o debajo de su concepto normal. Formula un segundo juicio tratando de ubicar la actuación en el sitio preciso de la escala.

CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD:

Es un método de evaluación del desempeño que considera la tasa de trabajo logrado por unidad de tiempo. Con este método el observador mide la efectividad del trabajador comparándola con un trabajador estandarizado y asigna un porcentaje para indicar la razón del desempeño

El analista primero debe valorar el desempeño par determinar si esta por arriba o debajo de lo normal. Generalmente se usa una escala de 100% es normal entonces si es a 110% indica que tiene 10% mayor de lo normal y si es 90% es 10% menor que lo normal

Presgrave (1957) sugirió dos tipos de tareas para desarrollar un modelo del desempeño estándar:

1) caminar a tres millas por hora y repartir un juego de cartas en cuatro montones iguales cerca de ½ minuto

Guía para calificar la velocidad

Calificación	Puntos	ancla verbales	Velocidad de caminata (mph)	Cartas repartidas por ½ minuto
0	0	Sin actividad	0	0
1	67	Muy lento, torpe	2	35
2	100	Firmé, deliberado	3	52
3	133	Activo, negociante	4	69
4	167	Muy rápido, alto grado de destreza	5	87
5	200	Limite superior por un periodo corto	6	104

Es muy importante que el analista registre la calificación en la columna C de la forma de estudios antes de iniciar lecturas de cronometro; de otra manera; se le puede acusar de calificar contra reloj

CALIFICACIÓN OBJETIVA

Desarrollado por m. E. Mudel, trata de eliminar las dificultades para establecer un criterio de velocidad para cada tipo de trabajo. Se asigna el trabajo un factor secundario para tener en cuenta su dificultad relativa.

Los factores que influyen en el ajuste de dificultades son:

1. Extensión o parte del cuerpo que se emplea. 2. Pedales. 3. Vi manualidad. 4. Coordinación ojo-mano. 5. Requisitos sensoriales o manipulación. 6. Pesos que se manejan o resistencia que hay que vencer.

El tiempo normal se expresa:

$$T_n = (p^2)(s)(o)$$

Donde:

T_n = tiempo normal establecido calculado. P^2 = factor de calificación por velocidad. S = factor de ajuste por dificultades del trabajo. O = tiempo elemental medio observado.

EL SISTEMA WESTINGHOUSE

Lo desarrollo westinghouse electric es uno de los mas antiguos y con mayor aplicación.

En este método se consideran cuatro factores: Habilidad, esfuerzo, condiciones, y consistencia

- HABILIDAD

Ellos definen que la habilidad es “el nivel de competencia para seguir un método dado” lo relaciona con la experiencia de la coordinación mano-mente

El observador evalúa la habilidad le asigna un cierto porcentaje posterior el observador sabrá que tipo de habilidad posee el operador

Recordemos que hay factores físicos o psicológicos, como la vista que falla, menos reflejos y la pérdida de la fuerza o coordinación muscular que afecta las habilidades de la persona

Tabla estándar para calificar habilidades

+ .15 A1 Superior +.13 A2 Superior +.11 B1 Excelente +.08 B2 Excelente +.06 C1 Bueno +.03 C2 Bueno 0 D Promedio -.05 E1 Aceptable -.10 E2 Aceptable -.16 F1 Malo -.22 F2 Malo.

- ESFUERZO

Ellos definen el esfuerzo como una “demostración de voluntad para trabajar con efectividad”.

El esfuerzo es representativo de la velocidad con la que se aplica la habilidad al momento de evaluar solo hay que tomar en cuenta el “esfuerzo efectivo”

Tabla estándar para calificar el esfuerzo

+ .13 A1 Superior +.12 A2 Superior +.10 B1 Excelente +.08 B2 Excelente +.05 C1 Bueno +.02 C2 Bueno 0 D Promedio -.04 E1 Aceptable -.12 E2 Aceptable -.17 F1 Malo -.18 F2 Malo •

- **CONDICIONES**

Las condiciones a las que se refieren este procedimiento de calificar el desempeño afectan al operario no a la operación

Deben calificar las condiciones haciendo con una comparación con la forma en que es usual encantarlas en la estación de trabajo

Los elementos que afectan las condiciones de trabajo incluyen temperatura, ventilación, luz ruido

Tabla estándar para calificar las condiciones

+.06 A Ideal +.04 B Excelente +.02 C Bueno 0 D Promedio -.03 E Aceptable -.07 F Malo

- **CONSISTENCIA**

Esta debe evaluarse mientras este trabajando. Los valores de tiempos elementales que se repiten constantemente tendrán una consistencia perfecta. Esto ocurre rara vez por que hay muchas variables que afectan como el material, herramienta, habilidad y esfuerzo del operario.

Tabla estándar para calificar la consistencia

+.04 A Perfecta +.03 a Excelente +.01 C Bueno 0 D Promedio -.02 E Aceptable -.04 F Malo

Una vez que se le asigne una calificación a los 4 aspectos se debe determinar el factor desempeño global mediante una suma de los cuatro valores

Habilidad C2 +.03 Esfuerzo C1 +.05 Condiciones D +.00 Consistencia E - .02

Suma aritmética	+.06
-----------------	------

Factor de desempeño	1.06
---------------------	------

Recordemos que el factor desempeño solo se aplica a los elementos de esfuerzos o los realizados en forma manual

Este sistema necesita una amplia capacitación para diferenciar los niveles de cada atributo. Generalmente durante esa capacitación se pasan analizando videos. Generalmente el procedimiento es lo SIG.

- Se muestra una grabación y se explica la operación

- Se vuelve a mostrar la grabación se califica - Se comparan las calificaciones individuales y se discuten
- Se muestran de nuevo la grabación se señalan y explican los atributos
- Se repite el paso 4 con la frecuencia necesaria hasta lograr la comprensión y consenso.

REFERENCIAS

KRICK, Edward V. (1961). Ingeniería de Métodos. México: Limusa,

Maynard, H. (1987). Manual de Ingeniería y Organización Industrial. España: Tercera Edición, Reverté, S.A.

Niebel, B y Freivalds, A. (2001), Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. México: Décima edición, Alfa omega Grupo Editor, S.A. de C.V,