



## **UNIDAD I. ESTUDIO DEL TRABAJO Y PRODUCTIVIDAD DE UNA EMPRESA**

- 1.1 Conceptos generales de la Ingeniería de Métodos.
- 1.2 Precursores: Taylor, Gilbreth, entre otros.
- 1.3 Relación de la Ingeniería de Métodos con otros departamentos de una organización.
- 1.4 Definición de estudio del trabajo, de producción y productividad.
- 1.5 Resistencia al cambio.

## **UNIDAD II. DIAGRAMA DE PROCESO**

- 2.1 Diagrama de proceso de operaciones.
- 2.2 Diagrama de proceso de flujo.
- 2.3 Diagrama de proceso de recorrido.
- 2.4 Diagrama Hombre – máquina.
- 2.5 Diagrama de proceso de grupo.

## **UNIDAD III. ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES**

- 3.1 Análisis de las operaciones.
- 3.2 Los diez enfoques primarios del análisis de la operación.
- 3.3 Análisis de un caso práctico.

## **UNIDAD IV. ESTUDIO DE MOVIMIENTO**

- 4.1 Definición de estudio de movimientos.
- 4.2 Definición de los movimientos fundamentales Therbligs.
- 4.3 Clasificación de los Therbligs.
- 4.4 Elaboración de un diagrama bimanual.
- 4.5 Principios de la economía de movimientos.
- 4.6 Análisis del diagrama Bimanual.
- 4.7 Diseño de la estación de trabajo.
- 4.8 Diagrama Bimanual propuesto.
- 4.9 Aplicación a un caso práctico.

## **UNIDAD V. ESTUDIO DE TIEMPOS POR CRONÓMETRO**

- 5.1 Definición del estudio de tiempos.
- 5.2 Alternativas para llevar a cabo un estudio de tiempos.
- 5.3 Requisitos que se deben cumplir para llevar a cabo un buen estudio de tiempos.
- 5.4 Equipo para el estudio de tiempos.
- 5.5 División de la operación en sus elementos.
- 5.6 Hojas de registros
- 5.7 Clasificación de la actuación.
- 5.8 Determinación de tolerancia.
- 5.9 Cálculo del número de ciclos a observar.
- 5.10 Cálculo del tiempo estándar.
- 5.12 Datos estándares

## **Bibliografía BÁSICA Y COMPLEMENTARIA**

- Niebel, Benjamín, *Ingeniería Industrial: Métodos, tiempos y movimientos*, Ed. Alfa omega.
- Oficina Internacional del Trabajo OIT, *Introducción al estudio del trabajo*, Ed. Noriega Limusa
- Maynard, H. B., *Manual del Ingeniería Industrial*, Ed. McGraw Hill
- García, Roberto, *Estudio del trabajo, Ingeniería de Métodos*, Ed. McGraw Hill
- García, Roberto, *Estudio del trabajo. Medición del trabajo*, Ed. McGraw Hill
- Salvendy, *Elementos de Ingeniería Industrial*, Ed. LIMUSA
- Salvendy, *Biblioteca de Ingeniería Industrial*, Ed. Ciencia y Tecnología S.A.

## UNIDAD I. ESTUDIO DEL TRABAJO Y PRODUCTIVIDAD DE UNA EMPRESA

### INGENIERÍA INDUSTRIAL

La Ingeniería Industrial abarca el diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de hombres, materiales y equipo.

### ORIGEN DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL

- La Revolución Industrial
- Desarrollo del concepto de Dirección Científica

### "Ingeniería de Métodos"

#### ***Análisis de operaciones, simplificación del trabajo e ingeniería de métodos***

Técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad.

**"Las operaciones que merecen ser hechas, merecen ser bien hechas"**

La ingeniería de métodos comprende básicamente dos estudios:

**Estudio de movimientos.** Es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. Su objetivo es eliminar o reducir los movimientos ineficientes y facilitar o acelerar los eficientes.

Mediante el estudio de movimientos el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta la tasa de producción.

**Estudio de tiempos.** Es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de analizar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

El estudio de tiempos se puede realizar, utilizando:

- Cronometro
- Sistemas de tiempos predeterminados

Los movimientos básicos o fundamentales de que compone toda operación son 17, llamados **Therbligs**.

Los Therbligs pueden clasificarse en:

- **Eficientes o efectivos:** Son aquellos que contribuyen directamente al avance o desarrollo del trabajo. Con frecuencia pueden reducirse, pero es difícil eliminarlos por completo. Estos son: alcanzar, mover, tomar, soltar, precolocar en posición, usar, ensamblar y desensamblar.
- **Ineficientes o inefectivos:** No hacen avanzar el trabajo y deben ser eliminados aplicando los principios del análisis de operación y del estudio de movimientos. Estos

son: buscar, seleccionar, colocar en posición, inspeccionar, planear, retrasos evitables, retrasos inevitables, descansar y sostener.

## PRECURSORES DE INGENIERÍA DE MÉTODOS

**Frederick W. Taylor: El comienzo del análisis de métodos.** La persona considerada generalmente como el padre de la Dirección Científica y de la Ingeniería Industrial es Frederick W. Taylor (1856-1915). Taylor era un ingeniero mecánico, que al principio de su carrera en la industria del acero, inició investigaciones sobre los mejores métodos de trabajo.

El nombre de **Gantt** se asocia con los principios del desarrollo de la dirección y con su enfoque humanístico.

**Gilbreth y su esposa** continuaron su estudio y análisis de movimientos en otros campos y fueron pioneros de los filmes de movimientos para el estudio de obreros y de tareas. **Frank Gilbreth** desarrolló el estudio de micromovimientos, descomposición del trabajo en elementos fundamentales llamados **therbligs**.

## DEFINICIÓN DE PROCESO, PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD

Un proceso es lo que las empresas hacen. Se puede pensar como una caja negra en la que se produce una transformación, ingresa una determinada cantidad de elementos (materiales, mano de obra, metodologías, información, maquinaria, políticas de trabajo) y sale uno o varios productos (bienes y/o servicios) con un mayor valor para la empresa que los entrantes.

Un **proceso** es un conjunto de actividades, acciones u operaciones que producen, a través de la transformación de un recurso (input), una cantidad (producción) de productos, bienes o servicios (output).

### Componentes de los procesos

En cualquier proceso se encuentra un input, una cantidad de tareas, stocks, flujos de materiales y de información, y un output. Además, se sabe que el proceso puede ser tratado como un sistema cerrado influido por el entorno.

El input del sistema incluye el trabajo, los materiales, la energía y el capital, pero en cualquier proceso el tiempo es un elemento crítico. Es necesario medir el input para conocer las cantidades necesarias para producir cierto output. El output de un proceso puede ser tanto un bien como un servicio. Si se tratara de un bien, seguramente será almacenado como producto terminado. Pero si se tratara de un servicio, sería imposible almacenarlo; sería consumido instantáneamente. Es conveniente medir el input y el output en valores monetarios para saber como influye sobre ellos el entorno económico.

Es difícil asignar un valor económico al output porque, en realidad, es el mecanismo de precios del mercado el que le asigna un valor. Por esta razón es importante entender el entorno económico del proceso. ¿Cuáles son las condiciones del mercado? ¿Qué está haciendo la competencia? son preguntas que ayudarán a profundizar el análisis de un proceso.

Además de conocer lo que entra y sale de los procesos, es preciso entender también lo que sucede dentro del proceso. Los detalles de cada proceso son diferentes, pero siempre existen tareas, flujos

y stocks dentro de un proceso. Las tareas son aquellas operaciones o actividades que se describen en la definición de proceso, que agregan valor al producto acercándolo al producto terminado. Los flujos son generalmente de dos tipos: flujos de bienes o flujos de información. Los flujos de bienes ocurren cuando los bienes son trasladados de un sitio a otro. A veces se añade trabajo o capital durante el flujo porque se requieren personas o equipos para mover los bienes. Los flujos de información, en cambio, se refieren a aquellas instrucciones que pasan de un lugar, donde son generadas, a otro, donde se utilizan. Muy a menudo esta información se traslada junto con el producto en proceso.

El stock se produce cuando no se efectúa ninguna tarea y el producto no se traslada. El stock de productos se practica para asegurar la disponibilidad de éstos en el futuro. Pero hay otras formas de stock, como las demoras y los controles. Las demoras son stock de productos en proceso y los controles son stock de información, ya sea por inspecciones sobre la calidad del producto o anotaciones rutinarias de mantenimiento.

Es conveniente considerar el entorno al analizar procesos. Las condiciones económicas del entorno determinarán los costos de los materiales, el personal, el capital, la energía y, por otro lado, el valor de los productos terminados. El estado de la tecnología en el entorno influye a través de los conocimientos, métodos, técnicas y bienes de capital aplicables al proceso. Cuando se diseña un proceso casi siempre es posible la elección de distintas tecnologías (maquinaria, sistemas de control, accionamiento, transporte, etc.). Esta elección determinará los inputs necesarios para producir un determinado output. Hay que tener en cuenta que el costo es diferente para cada tecnología y los cambios de tecnología pueden permitir alterar los costos del proceso o mejorar la calidad de los productos.

### **Propiedades de los procesos**

Las propiedades determinantes de un procesos son:

#### **Capacidad**

La capacidad de trabajo de un proceso es la carga máxima que puede soportar el sistema bajo condiciones especificadas y por tiempo indefinido. Por ejemplo, en una pizzería donde se cocinan sólo pizzas de muzzarella, la capacidad estará dada por la cantidad de materias primas aprovechable, la cantidad de maestros pizzeros trabajando, las herramientas de trabajo útiles, el volumen interior de los hornos de cocción encendidos, la cantidad de cajas de embalaje, la cantidad de cajas registradoras en funcionamiento y la cantidad de repartidores disponibles. Si suponemos que estos recursos están equilibrados, entonces la capacidad del proceso de producción de pizzas estará dada por la máxima cantidad de pizzas de muzzarella que puede entregar a un ritmo normal de trabajo. Por lo tanto, la carga máxima será la demanda que este proceso pueda soportar.

#### **Productividad**

La productividad de un proceso está medida por la relación entre el input y el output. Siguiendo el mismo ejemplo, un input del proceso podrían ser las horas de trabajo de un maestro pizzero en un día y el output sería la producción diaria de pizzas de muzzarella. La productividad se mediría en términos de cuántas *pizzas por hora* produce un maestro pizzero. Pero como los inputs son diversos, se pueden medir productividades diversas aunque no todas son útiles.

#### **Eficacia**

La eficacia de un proceso es la medida en que los resultados cumplen con los objetivos. Por ejemplo, si un pedido de tres pizzas llega a la puerta del cliente media hora mas tarde de lo previsto o en lugar de tres llegan dos o las pizzas llegan frías, se dice que el proceso de entrega de pizzas a domicilio es ineficaz. Muchas veces se confunde la eficacia con la eficiencia o la efectividad. La eficiencia es un porcentaje que nos dice si el proceso está aprovechando los recursos o no. La

efectividad es la medida del proceso en cuanto a identificar exitosamente el producto o servicio a producir y que el cliente reciba lo que desea, es decir, cuando la propia gestión "da en el clavo".

### **Flexibilidad**

La flexibilidad de un proceso es la medida de su adaptabilidad a las circunstancias y los cambios imprevistos. El mismo ejemplo puede usarse aquí pero modifiquémoslo sólo un poco: ahora la pizzería cocina todo tipo de pizzas.

Estas propiedades son la base fundamental de cualquier proceso y nos servirán para futuros análisis. Se puede ver claramente que las propiedades se ocupan de analizar los problemas del día a día.

## **ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO**

Antes de que existieran las grandes empresas como las que ahora conocemos, la producción era escasa y no cubría las necesidades del número de consumidores cada vez más grandes.

El número de centros de trabajo se extendió, aumentando así las fuentes de trabajo y la oportunidad para muchos de sentirse útiles a la sociedad.

Siempre que se trate de simplificar el trabajo se debe cambiar el método. Todo método a pesar de ser más fácil al principio, parece a primera vista más difícil, esto se debe a que es necesario un nuevo cambio en la habilidad del trabajador, hasta que este se acostumbre y tome un rumbo normal de trabajo.

El objetivo principal de los métodos de trabajo es la simplificación de este.

### ● SIMPLIFICACION DEL TRABAJO

Mayor cantidad —————> Precios más bajos

Por medio del estudio de movimientos se puede analizar cualquier trabajo buscando como resultado la simplificación del mismo.

Simplificar el trabajo —————> Cambio de método

### **Requisitos para simplificar el trabajo**

- Tener una mente abierta.
- Mantener una actitud de constante cuestionamiento.
- Trabajar sobre las causas, no sobre los efectos.
- Vencer la resistencia al cambio.

### **Objetivos del estudio de métodos**

- Economizar el esfuerzo humano para reducir la fatiga innecesaria, además de ahorrar en el uso de materiales, máquinas y mano de obra.

- Aumentar la seguridad y crear mejores condiciones de trabajo, a fin de hacer más fácil, rápido, sencillo y seguro el desempeño de labores.

### **Procedimiento del estudio de métodos**

#### **1. Seleccionar el trabajo a mejorar**

- Desde el punto de vista humano
- Desde el punto de vista económico
- Desde el punto de vista funcional

#### **2. Registrar los detalles**

- Diagrama de proceso de operaciones
- Diagrama de Flujo
- Diagrama de recorrido
- Diagrama Hombre – máquina

#### **3. Análisis de los detalles**

Una vez registrados todos los detalles de que consta el trabajo, el siguiente paso es analizarlos para ver que acciones se pueden tomar.

Para poder analizar un trabajo en forma completa, el estudio de método cuestiona la aplicación en cada detalle con el objetivo de justificar la existencia, el lugar, el orden, la persona y la forma en que se ejecuta. Además de este criterio estrictamente analítico, el estudio del método que esta mentalidad investigue las causas y no los efectos; registre los hechos, no las opiniones y tome en cuenta las razones, no las causas.

#### **4. Desarrollar un nuevo método**

Para desarrollara un mejor método para ejecutar el trabajo, es necesarios considerar las respuestas obtenidas. Las respuestas conducen a tomar las siguientes acciones:

- Eliminar
- Cambiar
- Cambiar y reorganizar
- Simplificar

#### **5. Aplicar el nuevo método**

Si en la aplicación del método propuesto se logra el entendimiento y la cooperación de la gente, disminuirán enormemente las dificultades de implementación y prácticamente se asegurará el éxito. Recuérdese que la cooperación no se puede exigir, se tiene que ganar.

### **RESISTENCIA AL CAMBIO**

La propuesta de un cambio puede generar tres tipos de reacciones por parte de las personas de la empresa: 1. Apoyo fervoroso, 2. Indiferencia y 3. Oposición. Quien proponga el cambio debe aprender a trabajar con estas actitudes. La primera sería altamente deseable, aunque la práctica la señala como la más rara de acontecer. De las otras dos, la más peligrosa es, obviamente, la tercera.

Debido a la importancia que se concede al hecho de conseguir la aceptación del cambio, se reproduce a continuación un artículo pertinente de Edward Krick, para que sirva como elemento de reflexión y discusión en busca de encontrar la mejor estrategia para vencer la oposición.

*"Resistencia al cambio, causas comunes y manera de minimizarlas.*

*Al discutir la resistencia al cambio, debe distinguirse entre los cambios tecnológicos de consideración y los cambios consuetudinarios que se efectúan en el lugar de trabajo; los primeros, cuyo exponente es la introducción de la mecanización en la industria minera del carbón, consisten en una innovación tecnológica extensiva que afecta a poblaciones enteras y, frecuentemente, originan grandes problemas económicos y sociales. No obstante lo importante que estos problemas puedan ser, cuando ocurren son raros en relación a los cambios diarios en el producto, proceso y procedimiento con los que el ingeniero se enfrenta constantemente. En consecuencia, en la siguiente discusión se concentrará la atención en el segundo de los tipos de cambios mencionados. Con la descripción siguiente se intenta proporcionar una lista de verificación práctica, con fines de prevención y de diagnosis. Con tales fines, es útil distinguir entre la persona que posee autoridad para aceptar o rechazar una idea, por ejemplo, un ejecutivo o un supervisor y la persona que no tiene voz ni voto para aceptar o rechazar el proyecto, pero que se ve afectada por él y cuya cooperación es importante para implantar con buen éxito la idea. Esta última categoría la constituyen, predominantemente, los trabajadores en la planta y la oficina.*

*Causas específicas comunes de la resistencia del cambio, por partir de personas que tienen el poder de veto sobre el proyecto.*

Una persona que posee la autoridad para aceptar o rechazar un proyecto, puede rechazarlo por cualquiera de una o más de las razones siguientes:

1. Inercia. Es un deseo innato por mantener el status, aún cuando la situación actual sea obviamente inferior, y consiste en la tendencia a querer hacer las cosas en la forma acostumbrada. Por ejemplo, una persona generalmente desea sentarse en el mismo lugar que ocupó en primera clase del año, a pesar de que ese asiento, originalmente, se eligió al azar (de hecho algunos estudiantes se disgustan al encontrar que alguien ocupa su asiento). Esta tendencia es análoga a la resistencia que el giroscopio ofrece a los cambios de posición. La resistencia surge sólo porque un método nuevo es un cambio, pero sin ninguna relación con el proyecto en cuestión. Así, un supervisor puede, por ejemplo, oponerse al nuevo método sólo porque es diferente a lo que está acostumbrado a hacer.

2. Incertidumbre. Independiente de lo malo que puede ser el método existente, cuando menos se sabe cómo funciona. Sin embargo de lo bien que el cambio propuesto pueda funcionar, debe predecirse y está sujeto a errores. Cualquier desviación del procedimiento actual implica un riesgo: no hay garantía de que el nuevo método produzca mejores resultados, después de incurrir en el costo y en el problema de instalación. Al respecto, la idea que muchos tienen es la siguiente: ¿por qué crear una fuente potencial de problemas al introducir un nuevo sistema, cuando con el actual se producen los resultados apetecidos? En este caso, la persona no está dispuesta a cambiar la inferioridad conocida, por la superioridad incierta para ella.

3. Desconocimiento por parte de esta persona, de la necesidad del cambio propuesto.

4. El proyecto puede no ser entendido por quien lo rechaza; en cuyo caso, aun cuando esta persona no se vea directamente afectada por la proposición, no entender la naturaleza y funcionamiento del nuevo sistema puede muy bien originar una precaución excesiva y un sentimiento de inferioridad y resentimiento.

5. Temor a la obsolescencia. Una persona que ha invertido años de experiencia para desarrollar un

nivel alto de habilidad, conocimientos y criterios para administrar un cierto sistema, puede pensar que los frutos de esta experiencia se harán obsoletos si se adopta el nuevo procedimiento. Cuando se propone un nuevo sistema, el temor a no poder ser igualmente hábil, bajo el nuevo sistema, puede hacer que una persona se muestre cautelosa, con respecto a su valor y seguridad futuros en ese trabajo. Entonces, resulta evidente que, bajo tales circunstancias, es muy probable que el proyecto se encuentre con resistencia.

6. Disminución del contenido de trabajo. Un cambio puede reducir la habilidad necesaria, el alcance, la importancia, o la responsabilidad que un trabajo ofrece a una persona; por ejemplo, un cambio propuesto puede reducir el tamaño del grupo de trabajadores supervisados por la persona que se opone al cambio; tales efectos se conocen comúnmente como dilución de trabajo. Esto reduce el valor del prestigio del trabajo y el valor que, para la organización, tiene quién ejecuta ese trabajo y, consecuentemente, puede muy bien originar una resistencia.

7. El deseo de conservar la estimación del grupo de trabajadores. Para hacerse la vida más fácil, se puede esperar que un supervisor actúe en el interés de sus hombres y en contra de los intereses de la gerencia, al juzgar una proposición de cambio; consecuentemente, si el cambio no es popular entre sus subordinados, es probable que un supervisor se resista.

8. Un problema personal entre quien propone el cambio, y quien debe ser aceptarlo o rechazarlo.

9. Resentimiento por recibir ayuda exterior. Por ejemplo, cuando se asigna a un ingeniero para resolver el problema de un supervisor, es muy probable que éste tema perder prestigio ante sus subordinados, ya que, desde su punto de vista, esto implica que él no puede resolver sus propios problemas.

10. Temor a la crítica. Esto puede suceder si la persona a quien se trata de convencer es quién originó el método actual. En muchas ocasiones las observaciones se toman como crítica; por consiguiente uno debe cuidarse de hacer críticas u observaciones que pueden tomarse como tales.

11. No participar en la formulación del cambio propuesto. El resentimiento probablemente se origine por la situación embarazosa que puede surgir en la persona por no haber concebido una idea que a primera vista parece obvia. Puede existir un sentimiento de ese tipo si alguna o todas las ideas, son ajenas, lo que originaría una especie de reacción por salvaguardar la reputación

12. Falta de tacto de parte de quien hace la proposición. En algunas ocasiones, unas pocas palabras pueden lograr los resultados apetecidos; recuerde el famoso epíteto: "no hay manera de hacerlo..."

13. Falta de confianza en la persona que propone el cambio; esta situación la encuentran, comúnmente, los ingenieros que todavía no han podido adquirir experiencia.

14. Un cambio propuesto inoportunamente. Puede ser que el rechazo se deba exclusivamente a que la proposición se hizo cuando quien debía decidir se encontraba indispuesto, física o emocionalmente, cuando estaba excesivamente ocupado, cuando el negocio iba temporalmente de más a menos, cuando era muy grande la demanda de inversión o cuando eran tensas las relaciones obrero patronales.

Causas específicas comunes de la resistencia al cambio, por parte de las personas afectadas directamente por el cambio propuesto, pero que no tiene el poder de veto.

*Las siguientes son algunas causas comunes de la resistencia al cambio, por parte de las personas que no tienen voz, en cuanto a aceptar o rechazar la proposición pero que se ven afectadas*

*directamente por ellas:*

1. Inercia, especialmente cuando el cambio es repentino o radical.
2. Incertidumbre en cuanto a lo que el cambio pueda proporcionar: ya que, aún cuando la situación actual no sea satisfactoria para el trabajador, éste puede no querer correr el riesgo de una situación peor, tal como un salario menor, condiciones inferiores de trabajo, compañeros de trabajos indeseables o un trabajo más difícil.
3. Ignorancia de la necesidad o propósito de cambio; en pocas ocasiones suelen explicarse los cambios a los trabajadores, quizá con la idea errónea de que es algo de que no les incumbe.
4. No comprender el nuevo método o política puede originar sospechas o un sentimiento de inseguridad.
5. Una disminución del contenido el trabajo; es decir, un cambio que implique una reducción en la habilidad necesaria, en la importancia o responsabilidad, puede, fácilmente, originar resistencia; aparte del hecho de que la dilución de trabajo puede reducir el prestigio del trabajo y el valor que éste tenga para la compañía, existe la probabilidad de que una tarea sea más monótona, a medida que simplifica o acorta.
6. Presión de parte del grupo de trabajo. Frecuentemente, un miembro del grupo reacciona tratando de no ofender a los demás, aún cuando individualmente no esté tan convencido como pudiera aparentar. Todo grupo tiene ciertas políticas: una explícitas, otras implícitas, que constituyen un "código de desempeño" y que ayudan a gobernar las acciones y reacciones de sus miembros. La reacción de una persona a un cambio generalmente se ve influida por lo que ella sabe, prevé o el grupo desea, aún a costa de sacrificar una ganancia personal, con tal de obtener la aprobación de sus compañeros de trabajo. Algo que es muy importante es que los miembros más viejos, que son los que más frecuente y decididamente se oponen al cambio, son los que tienen más influencia en el grupo.
7. Temor a la inseguridad económica. Un cambio puede traer como resultado el desplazamiento del empleado o una reducción en su salario; esto último surge en cualquiera de una o más de las maneras siguiente:
  - 7.1. Una reducción en el grado de clasificación de su trabajo.
  - 7.2. Un ajuste en el tiempo estándar, como resultado del cambio del método. Dado que la compañía debe volver a medir el trabajo si ocurre un cambio en el método, se justifica un ajuste al tiempo estándar, si aquel con el que se medía la operación estaba flojo; consecuentemente, un cambio de método podría afectar indirectamente la condición económica del trabajador. Debido, en parte, a experiencias pasadas, la mayoría de trabajadores sospecha que, siempre que se cambia el método para una operación con un estándar flojo, el cambio se produce con el solo propósito de dar a la compañía la oportunidad de volver a establecer el estándar y, bajo tales circunstancias, es fácil sospechar que surgirá la resistencia al cambio.
8. Falta de habilidad para dominar el nuevo método o, cuando menos, para alcanzar el nivel de eficiencia que la persona había logrado con el método anterior; cosa que es particularmente cierta con los trabajadores viejos.
9. Alteración de las relaciones sociales, o temor a que esto suceda; por ejemplo la separación de un grupo estrechamente unido.
10. Una actitud antagónica hacia la persona que introduce el cambio o hacia lo que ella representa. El antagonismo puede ser personal o hacia la función que la persona desempeña, o hacia la gerencia en general. Esta última, que es una actitud frecuentemente hostil, causa que los

individuos y grupos resistan cualquier cambio que provenga de la gerencia pues, aceptan todo, menos cambios en el cheque de paga.

11. Creación o introducción realizada por un "extraño". Los ejecutivos, altos supervisores e ingenieros, generalmente son considerados como extraños al grupo socio-económico de los trabajadores y, de hecho, con frecuencia, son muy impopulares. Es muy probable que se presente un resentimiento o resistencia a tales personas cuando son las que originan el cambio.

12. No participar en la formulación del nuevo método o política. Con frecuencia, a los trabajadores les parece que los cambios se adoptan sin tomar en consideración sus intereses y desean tener la oportunidad de expresar sus ideas y de proteger sus intereses, participando en la decisión respecto a lo que van a hacer y a la forma cómo la harán.

13. Falta de tacto de la persona que introduce el cambio.

14. Un cambio propuesto inoportunamente. La resistencia puede presentarse sólo por el hecho de que la situación entre los trabajadores y la gerencia sea tirante o porque no se notificó anticipadamente el cambio

### ***Métodos que se sugieren para minimizar la resistencia al cambio.***

Al planear la introducción de una idea, deben tomarse en consideración las recomendaciones siguientes:

1. Explicar convincentemente la necesidad del cambio, no debiendo olvidar al trabajador en este aspecto.
2. Explicar detalladamente la naturaleza del cambio. Conviene, para ello, el uso del lenguaje claro, directo y bien organizado, para asegurarse que las personas entiendan el método o política. No debe restarse importancia a este detalle. Adapte sus informes, escritos u orales, al tipo de persona que los escuchará o leerá; por ejemplo, a los ejecutivos, en general, se les debe dar una descripción condensada de la propuesta, enfatizando la idea general y usando libremente cartas, gráficas u otros auxilios visuales; en cambio, los informes para las personas que administrarán el nuevo método deben ser más detallados y precisos.
3. Estimular la participación o, cuando menos, la sensación de participación en la formulación del método propuesto; en general, las personas se interesan en que sus ideas y recomendaciones tengan éxito; por el contrario, demuestran una actitud neutral o negativa hacia las ideas de otros, pero pueden infundirse una sensación de participación de varias maneras, como las siguientes:
  - Consulte a los operadores, inspectores supervisores, fabricantes de herramientas, mecánicos ajustadores, gerentes, etc.
  - Solicite información, opiniones, sugerencias;
  - Muestre un interés real en lo que tengan que decir estas personas.
  - Busque un consejo, aunque usted considere que no lo necesita y, de esta manera, usted se beneficiará más de lo que pudiera imaginarse. La oportunidad que se brinda a una persona para expresarse y el simple hecho de solicitar su cooperación, hacen que ella sienta que participa en la formulación del nuevo método, aun cuando en realidad ninguna de sus ideas se tomen en cuenta.
4. Incluya en su proposición final las sugerencias valiosas de otras personas y déles el crédito apropiado.

3. En algunos casos puede ser aconsejable, y aun necesario, incluir la idea de una persona, por mala que esta sea, con el fin de hacerla participar. En muchas ocasiones, esto, que puede interpretarse como "dorar una píldora", puede ser la diferencia entre el éxito y el fracaso.
4. Introduzca con tacto su proposición; vigile sus palabras y acciones y, sobretodo, evite las críticas o todo lo que pudiera interpretarse como tal.
5. Sea oportuno al proporcionar su idea. Al intentar que una idea se adopte evite proponerla cuando a quien se la dirige se encuentre molesto, ocupado, etc. Permita que esta persona lo piense detenidamente, no lo apesure: quizá él acepte posteriormente o, lo que es más, quizá proponga la idea como suya.
6. Al exponer a los empleados un nuevo método hágalo con anticipación; evite introducir cambios cuando estén tensas las relaciones obreros – patronales.
7. En caso de cambios importantes, de ser posible, introdúzcalo por etapas, de lo contrario existe la posibilidad de que la magnitud misma del cambio atemorice a las personas y ocasionen objeciones.
8. Al intentar ganar la aceptación del cambio, trate de capitalizar las características que proporcionan el mayor beneficio personal a quien usted trata de convencer.
9. Por medio de las propuestas adecuadas, es posible hacer que, quien pueda rechazar la idea, medite detenidamente y la haga suya. Este procedimiento de "plantar" la idea en la mente de una persona puede ser efectivo; el problema está en la dificultad de poder lograrlo y en que, generalmente, no somos magnánimos como para permitir que otra persona obtenga todo el crédito por nuestras ideas.
10. Demuestre interés personal en el bienestar de la persona afectada directamente por el cambio, haciendo lo siguiente:
  - Dedique atención particular a las personas de edad, a las relaciones sociales estrechas, a los diferentes personajes.
  - Encuentre trabajos equivalentes para los trabajadores desplazados, donde puedan usar al máximo sus habilidades desarrolladas previamente.
  - De ser posible, dé las garantías necesarias respecto a la seguridad del empleo y del salario.
  - Proporcione adiestramiento completo para ejecutar el nuevo procedimiento.
  - Evite reducir drásticamente el contenido del trabajo; si se reducen la habilidad, el tiempo de ejecución y la responsabilidad necesarios, ello pudiera compensarse permitiendo al trabajador realizar sus preparativos, inspección, planeación, etc., o combinarlo en uno o varios trabajos con ciclo de corta duración.
  - Siempre que sea posible hacer sus cambios, anúncielos e introdúzcalos al supervisor inmediato del personal afectado."

### ***Acondicionamiento para el cambio***

Las medidas anteriores, concernientes a la disminución de la resistencia hacia un cambio específico, no son sustituto del "acondicionamiento" a lo largo del tiempo para aceptar los cambios en general. Este proceso de acondicionamiento, que incluye una preparación técnica y psicológica, debe proporcionar lo siguiente:

- Un adiestramiento técnico apropiado, para que el personal afectado se sienta capaz de dominar los nuevos métodos de manufactura y técnicas administrativas (como los que requieren un conocimiento de matemáticas, estadística o computación). Esto significa preparar el terreno

para los cambios tecnológicos y la instrucción sobre una técnica nueva en particular.

- Un acondicionamiento psicológico del personal para aceptar el cambio, por medio de lo siguiente:
  - Educarlo, en cuanto a la importancia que para el bienestar de la compañía representa el cambio; debe enfatizarse la necesidad del cambio, las consecuencias del estancamiento, el papel de la competencia, etc.
  - Manteniendo informado al personal apropiado, acerca de las tendencias y adelantos esperados en la práctica, política, tecnología, etc., para que ellos puedan prever los cambios y estar preparados técnica y psicológicamente
  - Mantener una política y tener por ello una reputación de dar tratamiento justo a los empleados afectados por el cambio, en lo que respecta a recolocación, readiestramiento, contenido del trabajo, etc.

Es importante reconocer la existencia de la resistencia al cambio, como una medida efectiva a largo plazo para minimizar este fenómeno; si una persona está consciente de las causas, manifestaciones y frecuencias de esta reacción, estará menos inclinada a oponerse al cambio; consecuentemente, una contramedida efectiva consiste en inculcar esta conciencia en la mente de todo el personal, especialmente en los supervisores y ejecutivos.

## UNIDAD II. DIAGRAMAS DE PROCESOS

Con el análisis de los procesos se trata de eliminar las principales deficiencias en ellos, y además lograr la mejor distribución posible de la maquinaria, equipo y área de trabajo dentro de la planta.

Para mejorar un trabajo se debe saber exactamente en que consiste, por lo que se deben observar todos los detalles y registrarlos.

### DIAGRAMA DE OPERACIONES

Representación gráfica de los puntos en que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de materiales: puede además incluir cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis.

#### Objetivos del diagrama de operaciones

- Dar una idea clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso
- Estudiar las fases del proceso en forma sistemática.
- Mejorar la disposición de los locales y el manejo de materiales

Esto con el fin de comparar dos métodos, estudiar las operaciones, disminuir el tiempo improductivo.

Finalmente estudiar las operaciones y las inspecciones en relación unas con otras dentro de un mismo proceso.

### DIAGRAMA DE FLUJO

Representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza.

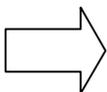
Incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como las distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

Con fines analíticos y para ayudar a descubrir y eliminar las actividades ineficientes, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante el proceso. Éstas se conocen bajo los términos de *operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes*.



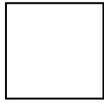
**Operación.** Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características. Ocurre también cuando se está dando o recibiendo información o planeando algo.

Ejemplos: Tornear una pieza, tiempo de secado de una pintura, un cambio en un proceso, apretar una tuerca, barrenar una placa, etc.



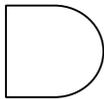
**Transporte.** Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección. Ejemplos: Mover material a mano, en una plataforma monorraíl, en banda

transportadora, etc. Si es una operación como pasteurizado, un recorrido de un horno, etc., no se considera transporte.



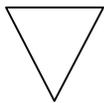
**Inspección.** La inspección se produce cuando los artículos son comprobados, verificados, revisados o examinados en relación con la calidad y cantidad, sin que sufran ningún cambio.

Ejemplos: Revisar botellas que están saliendo de un horno, contar un cierto número de piezas, leer instructivos medidores de presión, temperatura, etc.



**Demora.** Ocurre cuando se interfiere en el flujo de un objeto o flujo de ellos. Con esto se retrasa el siguiente paso planeado. La demora puede ser evitable o inevitable.

Ejemplos: Esperar un elevador, o cuando una serie de piezas hace cola para ser pesada, o hay varios materiales en una plataforma esperando el nuevo paso del proceso.



**Almacenamiento.** Se produce cuando algo permanece en un sitio sin ser trabajado o en proceso de elaboración, esperando una acción en fecha posterior. El almacenamiento puede ser temporal o permanente.

Ejemplos: Almacén general cuarto de herramientas, banco de almacenaje de máquinas.

NOTA: Si el material se encuentra depositado para sufrir una modificación necesaria en el proceso, no se considera almacenaje sino operación, tal sería el caso de madurar cerveza o curar tabaco.

## DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA

Los diagramas de operaciones y de flujo de proceso se usan principalmente para explorar un proceso, o serie de operaciones completas, el diagrama de operaciones hombre-máquina se emplea para estudiar, analizar y mejorar solo una estación de trabajo cada vez.

Este diagrama indica la relación exacta en tiempos entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de su máquina. Con estos hechos claramente expuestos, existen posibilidades de una utilización completa de los tiempos de hombre y de máquina, y un mejor equilibrio del ciclo de trabajo.

En la práctica hacer que un obrero atienda más de una máquina se conoce como "acoplamiento de máquinas". La mejor manera de que acepte el acoplamiento de máquinas es demostrar la posibilidad de obtener mayor remuneración. Puesto que el acoplamiento de máquina aumenta el porcentaje de tiempo de "esfuerzo" durante el ciclo de operación, se acrecienta la posibilidad de ganar mayores incentivos si una empresa trabaja según el plan de salarios con incentivos.

El diagrama completo de hombre y máquina muestra claramente las áreas en las que ocurre tanto tiempos muertos de máquinas como de hombre. Estas regiones son generalmente un buen lugar para empezar a originar mejoras efectivas.

Se debe tener cuidado de no engañarse con lo que parezca ser una cantidad apreciable de tiempo muerto de hombre. En muchos casos es más conveniente o económico que un operador esté inactivo durante una parte sustancial del ciclo, a que lo esté un costoso equipo o proceso. Con el objeto de estar seguro de que su propuesta es la mejor solución el analista debe conocer el costo de la inactividad de una máquina, así como de la inactividad de un obrero.

### **Pasos para realizarlo**

1. Se selecciona la operación que será diagramada.
2. Determinar en donde empieza y en donde termina el ciclo que se quiere diagramar.
3. Observar varias veces la operación, dividirla en sus elementos e identificarlos claramente.
4. Medir el tiempo de duración de cada elemento
5. Construir el diagrama

Es importante señalar que dicho diagrama nos permite conocer las operaciones y tiempo del hombre, así como sus tiempos de ocio. Además se conocerá el tiempo de actividad e inactividad de su máquina, así como los tiempos de carga y descarga de la misma.

En la parte inferior de la hoja, una vez que se ha terminado el diagrama, se coloca el tiempo total de trabajo del hombre, más el tiempo total de ocio, así como el tiempo total muerto de la máquina.

Finalmente, para obtener los porcentajes de utilización emplean las siguiente igualdades:

Ciclo total del operario = preparar + hacer + retirar

Ciclo total de máquina = preparar + hacer + retirar

Tiempo productivo de la máquina = hacer

Tiempo improductivo del operario = espera

Tiempo improductivo de la máquina = ocio

Porcentaje de utilización del operario = Tiempo productivo del operador / Tiempo del ciclo total

Porcentaje de la máquina = Tiempo productivo de la máquina / Tiempo del ciclo total

## UNIDAD III. ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES

### ENFOQUES PRIMARIOS DEL ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN

El enfoque primario del análisis de la operación es considerado un procedimiento empleado por el ingeniero de métodos para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación con vista a su mejoramiento.

Este procedimiento es tan efectivo en la planeación de nuevos centros de trabajo como en el mejoramiento de los existentes

El paso siguiente a la presentación de los hechos en forma de un diagrama de operaciones o de curso de procesos es la investigación de los enfoques del análisis de la operación. Este es el momento en que se efectúa realmente el análisis y se concretan los aspectos o componentes del método que se va a proponer

El primer paso es obtener toda la información relacionada con el volumen de trabajo previsto, la duración del trabajo, la posibilidad de cambios en el diseño y el contenido de mano de obra, para determinar cuánto tiempo y esfuerzo se deben dedicar a mejorar un método actual o planear un nuevo trabajo.

Posteriormente se reúne la información de manufactura la cual incluye todas las operaciones, instalaciones, los transportes, las distancias, inspecciones, inventarios, almacenes y tiempos. La cual deberá de presentarse en forma adecuada y una forma es mediante el diagrama de curso de proceso.

El analista debe de revisar los diagramas de operaciones y responder a varias preguntas:

- ¿por qué es necesaria esta operación?
- ¿Por qué esta operación se realiza de esta manera?
- ¿Por qué son tan pequeñas estas tolerancias?
- ¿Por qué se especifico este material?
- ¿Por qué se asigno este tipo de operario para hacer el trabajo?

El porqué sugiere enseguida otras preguntas, entre ellas

- ¿Cómo puede mejorarse esta operación?
- ¿Quién puede realizar mejor esta operación?
- ¿Dónde puede realizarse esta operación con menor costo o calidad más alta?
- ¿Cuándo debe de realizarse la operación para minimizar el manejo de materiales?

Se recomienda tomar cada paso del método actual y analizarlo teniendo en mente un enfoque claro y específico hacia el mejoramiento, luego seguir el mismo procedimiento con las operaciones, inspecciones, traslados, almacenamientos, etc., siguientes según se indica en el diagrama de flujo

Después de que cada elemento ha sido así analizado, conviene considerar en conjunto el producto en estudio en vez de a la luz de sus componentes elementales, y reconsiderar todos los puntos de análisis con vista hacia la posibilidad de mejoras globales.

### **1. Finalidad de la operación.**

Es el paso mas importante, la mejor manera de simplificar una operación es formular una manera de obtener los mismos resultados o mejores sin costo adicional.

### **2. Diseño de la pieza.**

Un buen Ingeniero de Métodos debe de revisar todos los diseños en busca de mejoras posibles.

Los diseños pueden cambiar; si el resultado es una mejora y la actividad de trabajo es significativa, entonces el cambio debe de realizarse. Para mejorar el diseño se deben tomar en cuenta las siguientes bases:

- Simplificar el diseño para reducir el número de partes
- Reducir el número de operaciones y las distancias recorridas en al fabricación
- Utilizar mejores materiales
- Liberar tolerancias y apoyar la exactitud en las operaciones clave.
- Diseñar para la fabricación y el ensamble

### **3. Tolerancias y Especificaciones.**

Se relacionan con la calidad del producto. A veces se tiende a incorporar especificaciones más rígidas de lo necesario.

Esto se debe a veces por la falta de conocimiento en los costos de los productos. El analista de métodos debe de conocer bien los detalles de costos y estar consciente del efecto que la reducción innecesaria de las tolerancias o rechazos pueden tener en el precio de venta.

### **4. Material.**

Es uno de los primeros puntos que se debe de considerar, a veces suele ser difícil escoger el material correcto debido a la gran variedad disponible. Los analistas de métodos debe de examinar las siguientes posibilidades para los materiales directos e indirectos:

- Encontrar un material menos costoso
- Encontrar materiales que sean más fáciles de procesar
- Usar materiales de manera más económica
- Usar materiales de desecho
- Usar herramientas y suministros de manera mas económica
- Estandarizar los materiales
- Encontrar el mejor proveedor respecto a precio y disponibilidad.

### **5. Secuencia y Procesos de manufactura.**

Hay que efectuar una investigación de cuatro aspectos:

- Al cambio de una operación, considerar los posibles efectos sobre otras operaciones.
- Mecanización de la operaciones manuales
- Utilizaciones de mejores maquinas y herramientas en las operaciones mecánicas
- Operación más eficiente de los dispositivos e instalaciones mecánicas.
- El tiempo dedicado al proceso de manufactura se divide en tres pasos:
- Planeación y control de inventarios
- Operación de preparación
- Manufactura en proceso
- Para perfeccionar el proceso de manufactura, el analista debe de considerar lo siguiente:
- Reorganización de las operaciones
- Mecanización de las operaciones manuales
- Utilización de instalaciones mecánicas mas eficientes
- Fabricación de la forma final
- Uso de Robot

## 6. Preparación y Herramientas.

La cantidad de herramental que proporciona las mayores ventajas depende de:

- La cantidad de producción
- Lo repetitivo del negocio
- La mano de obra
- Los requerimientos de entrega
- El capital necesario

Cuando se habla de tiempos de preparación se incluyen elementos como llegar al trabajo, recibir instrucciones, dibujos, herramientas y materiales; preparar la estación de trabajo para iniciar la producción en la forma prescrita.

Para mejorar los métodos, se deben analizar la preparación y las herramientas para:

- Reducir el tiempo de preparación con planeación, métodos y control de la producción.
- Usar toda la capacidad de la máquina
- Usar herramientas más eficientes.

## 7. Manejo de Materiales.

Incluye movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio. Se debe de asegurar de:

- El manejo de materiales debe de asegurarse que las partes, la materia prima, los materiales en proceso, los productos terminados y los suministros se muevan periódicamente de un lugar a otro.
- La operación requiere materiales, el manejo de materiales se asegura que ningún proceso de producción se detenga

- Debe de garantizar que los materiales se entreguen en el lugar correcto
- Asegurar que los materiales se entreguen sin daños
- Se debe de tomar en cuenta espacios de almacén tanto temporales como permanentes.

Se debe de considerar los siguientes puntos para reducir el tiempo dedicado al manejo de materiales:

- a) Reducir el tiempo dedicado a recoger el material, minimizar el manejo manual costoso y cansado en la maquina o centro de trabajo. Da al operario la oportunidad de hacer su trabajo más rápido, con menor fatiga y mayor seguridad.
- b) Usar equipo mecanizado o automático: mecanizar el manejo de materiales casi siempre reduce costos de mano de obra y los daños a los materiales, mejora la seguridad alivia la fatiga y aumenta la producción, sin embargo se debe de tener el cuidado de seleccionar el equipo y los métodos.
- c) Utilizar mejor las instalaciones de manejo de materiales existentes: tanto los métodos como el equipo deben de tener la mayor flexibilidad para realizar una variedad de tareas de manejo de materiales con condiciones variables.
- d) Manejar los materiales con mas cuidado: investigaciones indican que cerca del 40% de los accidentes de la planta ocurren durante las operaciones de manejo de materiales, de estos 25% son causados por levantamiento y cambio del lugar del material. Un mejor manejo de materiales reduce los daños al producto.
- e) Considerar la aplicación de códigos de barra para los inventarios: este método a acertado las colas en las cajas de los supermercados y existen 5 razones para justificarlas:

- Exactitud
- Desempeño
- Aceptación
- Bajo costo
- Portabilidad

## 8. Distribución de Planta.

El objetivo principal de una distribución de planta efectiva es desarrollar un sistema de producción que permita la manufactura del número deseado de productos, con la calidad deseada al menos costo.

Abarca las tarjetas de operación, control de inventario, manejo de materiales, programación, encaminamiento y recorrido y despacho del trabajo

Tipos de distribución:

- Distribución en línea: la maquinaria se localiza de tal manera que el flujo de una operación a la siguiente se minimiza para cualquier grupo de productos. Es común en cierta operación de producción en masa.
- Distribución por producto: Necesita una inversión inicial mayor ya que requiere líneas de servicio duplicadas, como el aire, agua, gas, etc. La insatisfacción de los empleados puede ser grande.

- Distribución por proceso: es el agrupamiento de instalaciones similares. Tiene la apariencia de limpieza y orden, y tiende a promover los empleados, Como desventaja tiene la posibilidad de transportes largos y regresos constantes.

**Gráficas de recorrido:** puede ayudar en el diagnóstico de los problemas relacionados con el arreglo de los departamentos y las áreas de servicio, al igual que con la localización del equipo en un sector dado de la planta.

Planeación sistemática de la distribución de Muther, comprende 6 pasos:

- I. Relaciones en la gráfica: se establecen las relaciones entre las diversas áreas y se grafican en una forma especial llamada diagrama de relaciones. Una relación es un grado relativo de cercanía deseada o requerida, entre distintas actividades.
- II. Requerimientos de espacio: se establecen en pies o metros cuadrados, y se deben de proyectar los crecimientos de los departamentos.
- III. Diagrama de las relaciones de las actividades: se dibuja una representación visual de las distintas actividades. Se comienza con las relaciones absolutamente importantes terminando con las menos importantes.
- IV. Distribución según la relación de espacio: Se crea la representación del espacio y se dibujan las áreas a escala, luego se comprimen en un plano de la planta.
- V. Evaluación de arreglos alternativos: pueden surgir numerosas distribuciones por lo tanto se deben identificar los factores que se consideran importantes, segundo, establecer la importancia relativa de estos factores mediante un sistema de ponderaciones, después de califican las alternativas según satisfacen cada factor.
- VI. Distribución seleccionada e instalación

### **PRINCIPIOS DE ECONOMÍA DE MOVIMIENTOS**

Leyes aplicables a cualquier tipo de trabajo, agrupadas en tres subdivisiones básicas:

- Aplicación y uso del cuerpo humano
- Arreglo del área de trabajo
- Diseño de herramientas y equipo

### **Aplicación y uso del cuerpo humano**

1. Las dos manos deben de empezar y terminar sus movimientos al mismo tiempo.
2. Las dos manos no deben de estar ociosas al mismo tiempo, excepto durante periodos de descanso.
3. Los movimientos de los brazos deben hacerse en direcciones opuestas y simétricas, y esta operación debe ser simultánea.
4. Los movimientos de la mano y el cuerpo deben ser confinados a la clasificación más baja con la cual sea posible realizar el trabajo satisfactoriamente.
5. El momentum (efecto palanca) debe emplearse para ayudar al trabajador siempre que esto sea posible y debe reducirse a un mínimo si debe ser superado por un esfuerzo muscular.
6. Los movimientos de las manos, suaves, continuos y curvado deben preferirse por sobre los movimientos de línea recta que incluyen cambios de dirección repentinos y agudos.
7. Debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies se ejecute al mismo tiempo que con las manos.
8. Los pies no pueden ejecutar trabajo fácilmente cuando se está de pie.
9. Las fijaciones del ojo deben ser tan escasas y tan cercanas una de la otra como sea posible.
10. Los movimientos de torsión deben hacerse con los codos flexionados.

### **Arreglo del área de trabajo**

1. Debe de existir un lugar definido y fijo para todas las herramientas y materiales.
2. Las herramientas, los materiales y los controles se deben localizar cerca del lugar de uso (dentro del perímetro normal de trabajo).
3. Los depósitos de alimentos por gravedad y los recipientes que se deben de utilizar para despacho de material deben estar cerca del lugar de uso.
4. Se deben de utilizar las entregas parciales siempre que sean posibles.
5. Los materiales y las herramientas se deben de localizar para permitir la mejor secuencia de movimientos.
6. Deben tenerse en consideración los requisitos visuales o de visibilidad en la estación de trabajo, para reducir al mínimo la fijación de la vista.
7. La altura de lugar de trabajo y de la silla deben preferiblemente arreglarse de tal manera que se tengan alternativas para sentarse y permanecer de pie en el trabajo sea fácilmente posible.
8. Se deberá proporcionar una silla del tipo y altura para permitir una buena postura cada trabajador.

### **Diseño de herramientas y equipo**

1. Se debe evitar que las manos realicen todo aquel trabajo que pueda hacerse en forma más ventajosa por una guía, una instalación o un dispositivo operado con el pie.
2. Se deberán combinar dos o más herramientas siempre que sea posible.
3. Las herramientas y los materiales se deben de colocar con anticipación siempre que sea posible.
4. La carga se deberá distribuir de acuerdo con las capacidades inherentes de los dedos, donde cada dedo realice un movimiento específico, tal como en la mecanografía.
5. Palancas, barras y manubrios se deben de localizar en posiciones tales que el operador pueda manipularlos con un cambio mínimo de la posición del cuerpo y con la mayor ventaja mecánica

## UNIDAD IV. ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar su trabajo. Su objetivo es eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes.

El estudio visual de movimientos se utiliza para analizar un método determinado y ayudar al desarrollo de un centro de trabajo eficiente. Por medio de este estudio el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta la tasa de producción.

Los esposos Gilbreth fueron de los primeros en estudiar los movimientos manuales y formularon leyes básicas de la economía de movimientos que se consideran fundamentales todavía. A ellos se debe también la técnica cinematográfica para realizar estudios detallados de movimientos conocidos por "Estudios de micromovimientos"

Este tipo de estudio comprende la observación cuidadosa de la operación y la elaboración de un diagrama de proceso del operario, con el consiguiente análisis del diagrama considerando las leyes de la economía de movimientos. Debido a su costo, el método de micromovimientos resulta generalmente práctico sólo en el caso de trabajos de mucha actividad, cuyas duración y repetición son grandes.

### **Movimientos Fundamentales**

El concepto de las divisiones básicas de la realización del trabajo, desarrollado por Frank Gilbreth en sus primeros ensayos, se aplica a todo trabajo productivo ejecutado por las manos de un operario.

Gilbreth denominó **Therbligs** a cada uno de estos movimientos fundamentales, y concluyó que toda operación se compone de una serie de estas 17 divisiones básicas o fundamentales. Los Therbligs pueden clasificarse en:

- **Eficientes o efectivos:** Son aquellos que contribuyen directamente al avance o desarrollo del trabajo. Con frecuencia pueden reducirse, pero es difícil eliminarlos por completo.
- **Ineficientes o inefectivos:** No hacen avanzar el trabajo y deben ser eliminados aplicando los principios del análisis de operación y del estudio de movimientos

### **EFICIENTES**

- **Alcanzar**

El therblig "alcanzar" principia en el instante en que la mano se mueve hacia un objeto o sitio, y finaliza en cuanto se detiene el movimiento al llegar al objeto o al sitio. Este elemento va precedido casi siempre del de "soltar" y seguido del de "tomar".

### ● Mover

Este therblig comienza en cuanto la mano con carga se mueve hacia un sitio o ubicación general, y termina en el instante en que el movimiento se detiene al llegar a sí destino. Mover esta precedido casi siempre de asir y seguido de soltar o colocar en posición.

- ¿Podrían acortarse alguno de estos movimientos?
- ¿Podrían acortarse convenientemente las distancias?
- ¿Se están empleando los mejores medio como transportadores, pinzas, tenazas, etc..?
- ¿Sería posible utilizar canaletas de gravedad?
- ¿Podrían efectuarse los transportes por equipo mecanizado y aparatos de pedal?
- ¿Se podría reducir el tiempo efectuando el transporte de los elementos en mayores cantidades?
- ¿Se incrementa el tiempo debido a la naturaleza del material que se transporte, o por tener que colocarlo en determinada posición?
- ¿Pueden eliminarse los cambios bruscos de dirección?

NOTA: preguntas utilizadas para los therbligs alcanza y mover.

### ● Tomar

Este es movimiento elemental que hace la mano al cerrar los dedos rodeando una pieza o parte para asirla en una operación. El "tomar" casi siempre va precedido de "alcanzar" y seguido de "mover".

- ¿Sería aconsejable que el operario tomará más de un objeto o pieza cada vez?
- ¿Podrían emplearse un asir de contacto en vez de uno de levantar?
- ¿Sería factible simplificar la operación de asir piezas pequeñas poniendo un pestaña a su caja?
- ¿Podrían aprovecharse en el trabajo dispositivos de vacío o magnéticos, dedales de goma o algún otro dispositivo?
- ¿sería posible utilizar algún transportador?

### ● Soltar

Comienza en el momento en el que los dedos comienzan a separarse de la pieza sostenida, y termina en el instante en que todos los dedos quedan libres de ella. Este therblig va casi siempre precedido por mover o colocar en posición y seguido por alcanza.

- ¿Se podría utilizar un expulsor mecánico?
- ¿Son adecuadas y de buen tamaño las cajas que deben alojar la pieza después de soltarla?
- Al terminar el therblig "soltar" ¿Quedan las manos en la posición más ventajosa para el siguiente therblig
- ¿Podrían soltarse varias piezas al mismo tiempo?

### ● **Precolocar en posición**

Este es un elemento de trabajo que consiste en colocar un objeto en un sitio predeterminado, de manera que pueda llevarse y ser llevado a la posición en que ha de ser sostenido cuando se necesite.

- ¿Puede utilizarse en la estación de trabajo un dispositivo para sostener herramientas en la posición conveniente y con sus manijas hacia arriba?
- ¿Podría quedar suspendidas las herramientas?
- ¿Podría utilizarse un dispositivo para apilar piezas?
- ¿Sería factible usar un dispositivo giratorio?

### ● **Usar**

Este therblig es completamente objetivo y tiene lugar cuando una o las dos manos controlan un objeto, durante la parte del ciclo en que se ejecuta trabajo productivo. El usar se detecta fácilmente, ya que este therblig hace progresar la operación hacia su objetivo final.

- ¿La actividad o clase de trabajo justificaría el uso de equipo automatizado?
- ¿Sería práctico efectuar el ensamblaje de varias unidades al mismo tiempo?
- ¿Sería posible usar una herramienta más eficiente?
- ¿Sería factible emplear topes?
- ¿Se opera la herramienta con las alimentaciones y a las velocidades de mejor eficiencia?
- ¿Debería utilizarse una herramienta mecanizada o eléctrica?

NOTA: Preguntas utilizadas para los therbligs usar, ensamblar y desensamblar.

### ● **Ensamblar**

El elemento "ensamblar" es la división básica que ocurre cuando se reúnen dos piezas embonantes. Comienza en el instante en el que las dos piezas a unir se ponen en contacto, y termina al completarse la unión.

### ● **Desensamblar**

Este elemento es precisamente lo contrario de ensamblar. Ocurre cuando se separan piezas embonantes unidas. Esta división básica generalmente va precedida de asir y puede estar seguida por mover o soltar.

## **MOVIMIENTOS INEFICIENTES**

### ● **Buscar**

Es elemento básico de la operación de localizar un objeto. Buscar es therblig que el analista debe tratar de eliminar siempre.

- ¿Están perfectamente identificados todos los artículos? Tal vez podrían utilizarse
- ¿Es posible emplear recipientes transparentes?
- ¿Una mejor distribución en la estación de trabajo podría eliminar las búsquedas?
- ¿Se emplea el alumbrado correcto?
- ¿Puede disponerse previamente la colocación de las herramientas?

### ● **Seleccionar**

Este es el therblig que se efectúa cuando el operario tiene que escoger una pieza dentro de dos más semejantes. Este therblig sigue, generalmente, al de "buscar".

- ¿Son intercambiables las piezas más comunes?
- ¿Pueden estandarizarse las herramientas?
- ¿Se guardan las piezas y los materiales en la misma caja?
- ¿Sería posible emplear un estante o una bandeja para facilitar la colocación de las partes?

### ● **Colocar en posición**

Es el elemento de trabajo que consiste en situar o colocar un objeto de modo que quede orientado propiamente en un sitio específico. El therblig "colocar en posición" tiene efecto como duda o vacilación.

- ¿Podrían usarse medios tales como una guía, un embudo, una boquilla, tope etc.?
- ¿Sería posible cambiar la posición?

### ● **Inspeccionar**

Este therblig es un elemento incluido en la operación para asegurar una calidad aceptable mediante una verificación regular realizada por el trabajador que efectúa la operación. Se lleva a cabo una inspección cuando el fin principal es comparar un objeto dado con un patrón o estándar.

- ¿Podrían eliminarse la inspección o combinarla con otra?
- ¿Se podrían emplear patrones de medición?
- ¿Se reduciría el tiempo de inspección por medio de un mejor alumbrado?
- ¿Los objetos que se inspeccionan están a la distancia convenientes de los ojos del operario?
- ¿Tendría aplicación una foto celda u ojo eléctrico?
- ¿Justificaría el volumen de la producción una inspección electrónica automática?
- ¿Facilitaría una lupa la inspección de piezas pequeñas?
- ¿Está siendo empleado el mejor método de inspección?

### ● **Planear**

El therblig "planear" es el proceso mental que ocurre cuando el operario se detiene para determinar la acción a seguir.

### ● Retrasos inevitables

La dilatación inevitable es una interrupción que el operario no puede evitar en la continuidad del trabajo. Corresponde al tiempo muerto en el ciclo de trabajo experimentado por una o ambas manos, según la naturaleza del proceso.

### ● Retrasos evitables

Todo tiempo muerto que ocurre durante el ciclo de trabajo y del que sólo el operario es responsable, intencional o no intencionalmente, se clasifica bajo el nombre de demora retraso evitable.

### ● Descansar (para recuperar la fatiga)

Esta clase de retraso aparece rara vez en un ciclo de trabajo, pero suele aparecer periódicamente como necesidad que experimenta el operario de reponerse a la fatiga.

- ¿Son satisfactorias las condiciones de temperatura, humedad, ventilación, ruido y luz?
- ¿Tienen la altura conveniente los bancos de trabajo?
- ¿Es posible que el operario se siente y este de pie alternativamente mientras trabaja?
- ¿Se emplean medio mecánicos para manejar cargas pesadas?

### ● Sostener

Esta es la división básica que tiene lugar cuando una de las dos manos soporta o ejerce control sobre un objeto, mientras la otra mano ejecuta el trabajo útil. "Sostener" es un therblig ineficiente y puede eliminarse. El sostener comienza en el instante en que una mano ejerce control sobre el objeto, y termina en el momento en que la otra completa su trabajo sobre el mismo.

- ¿Puede usarse una prensa, un gancho, un sujetador o el vacío?
- ¿Podría emplearse la fricción?
- ¿Sería posible utilizar un dispositivo magnético?

| Nombre del therblig           | Símbolo adoptado | Símbolo en inglés            | Color distintivo | Símbolo gráfico   |
|-------------------------------|------------------|------------------------------|------------------|---|
| Buscar                        | B                | S (search)                   | Negro            |    |
| Seleccionar                   | SE               | SE (select)                  | Gris claro       |    |
| Tomar (o asir)                | T                | G (grasp)                    | Rojo lago        |    |
| Alcanzar                      | AL               | RE (reach)                   | Verde olivo      |    |
| Mover                         | M                | M (move)                     | Verde            |    |
| Sostener                      | SO               | H (hold)                     | Ocre dorado      |    |
| Soltar                        | SL               | RL (release)                 | Carmin           |    |
| Colocar en posición           | P                | P (position)                 | Azul             |    |
| Precolocar en posición        | PP               | PP (pre-position)            | Azul cielo       |  |
| Inspeccionar                  | I                | I (inspect)                  | Ocre quemado     |  |
| Ensamblar                     | E                | A (assemble)                 | Violeta oscuro   |  |
| Desensamblar                  | DE               | DA (disassemble)             | Violeta claro    |  |
| Usar                          | U                | U (use)                      | Púrpura          |  |
| Demora (o retraso) inevitable | DI               | UD (unavoidable delay)       | Amarillo ocre    |  |
| Demora (o retraso) evitable   | DEv              | AD (avoidable delay)         | Amarillo limón   |  |
| Planear                       | PL               | PL (plan)                    | Castaño o café   |  |
| Descansar                     | DES              | R (rest to overcome fatigue) | Naranja          |  |

Fig.1 Concentrado de Therbligs

## PRINCIPIOS DE ECONOMÍA DE MOVIMIENTOS

Leyes aplicables a cualquier tipo de trabajo, agrupadas en tres subdivisiones básicas:

- Aplicación y uso del cuerpo humano
- Arreglo del área de trabajo
- Diseño de herramientas y equipo

### Aplicación y uso del cuerpo humano

1. Las dos manos deben de empezar y terminar sus movimientos al mismo tiempo.
2. Las dos manos no deben de estar ociosas al mismo tiempo, excepto durante periodos de descanso.
3. Los movimientos de los brazos deben hacerse en direcciones opuestas y simétricas, y esta operación debe ser simultánea.
4. Los movimientos de la mano y el cuerpo deben ser confinados a la clasificación más baja con la cual sea posible realizar el trabajo satisfactoriamente.
5. El momentum (efecto palanca) debe emplearse para ayudar al trabajador siempre que esto sea posible y debe reducirse a un mínimo si debe ser superado por un esfuerzo muscular.
6. Los movimientos de las manos, suaves, continuos y curvado deben preferirse por sobre los movimientos de línea recta que incluyen cambios de dirección repentinos y agudos.
7. Debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies se ejecute al mismo tiempo que con las manos.
8. Los pies no pueden ejecutar trabajo fácilmente cuando se está de pie.
9. Las fijaciones del ojo deben ser tan escasas y tan cercanas una de la otra como sea posible.
10. Los movimientos de torsión deben hacerse con los codos flexionados.

### Arreglo del área de trabajo

1. Debe de existir un lugar definido y fijo para todas las herramientas y materiales.
2. Las herramientas, los materiales y los controles se deben localizar cerca del lugar de uso (dentro del perímetro normal de trabajo).
3. Los depósitos de alimentos por gravedad y los recipientes que se deben de utilizar para despacho de material deben estar cerca del lugar de uso.
4. Se deben de utilizar las entregas parciales siempre que sean posibles.
5. Los materiales y las herramientas se deben de localizar para permitir la mejor secuencia de movimientos.
6. Deben tenerse en consideración los requisitos visuales o de visibilidad en la estación de trabajo, para reducir al mínimo la fijación de la vista.
7. La altura de lugar de trabajo y de la silla deben preferiblemente arreglarse de tal manera que se tengan alternativas para sentarse y permanecer de pie en el trabajo sea fácilmente posible.
8. Se deberá proporcionar una silla del tipo y altura para permitir una buena postura cada trabajador.

## **Diseño de herramientas y equipo**

1. Se debe evitar que las manos realicen todo aquel trabajo que pueda hacerse en forma más ventajosa por una guía, una instalación o un dispositivo operado con el pie.
2. Se deberán combinar dos o más herramientas siempre que sea posible.
3. Las herramientas y los materiales se deben de colocar con anticipación siempre que sea posible.
4. La carga se deberá distribuir de acuerdo con las capacidades inherentes de los dedos, donde cada dedo realice un movimiento específico, tal como en la mecanografía.
5. Palancas, barras y manubrios se deben de localizar en posiciones tales que el operador pueda manipularlos con un cambio mínimo de la posición del cuerpo y con la mayor ventaja mecánica

## **DIAGRAMA BIMANUAL**

El análisis de movimientos es el estudio de todos y cada uno de los movimientos de cualquier parte del cuerpo humano para poder realizar un trabajo en la forma más eficiente.

Para lograr este propósito, es preciso dividir un trabajo en todos sus elementos básicos y analizar cada uno de ellos tratando de eliminar, o si esto no es posible, de simplificar sus movimientos. En otras palabras, se trata de buscar un mejor método de trabajo que sea más fácil y más económico. Para llevar a cabo este análisis se dispone de las siguientes técnicas, el diagrama bimanual de trabajo; el análisis de movimientos básicos y los principios de la economía de movimientos.

### **Diagrama Bimanual**

Este diagrama muestra todos los movimientos realizados para la mano izquierda y por la mano derecha, indicando la relación entre ellas.

El hecho mismo de componer el diagrama permite al especialista llegar a conocer a fondo los pormenores de trabajo y gracias al diagrama puede estudiar cada elemento de por sí y en relación con los demás. Así tendrá la idea de las posibles mejoras que hacer. Cada idea se debe representar gráficamente en un diagrama de cada una, es mucho más fácil compararlas. El mejor método por lo general, es el que menos movimientos necesita.

El diagrama bimanual puede aplicarse a una gran variedad de trabajos de montaje, de elaboración a máquina y también de oficina.

### **Guías para construcción de diagrama bimanual**

El diseño del diagrama deberá comprender el espacio en la parte superior para la información habitual; un espacio adecuado para el croquis del lugar de trabajo y la información que se considere necesaria como número de parte, número de plano, descripción de la operación o proceso, fecha de elaboración, nombre de la persona que lo elabora, etcétera; también se debe considerar espacio para los movimientos de ambas manos y para un resumen de movimientos y análisis del tiempo improductivo.

Al elaborar diagramas es conveniente tener presente estas observaciones:

1. Estudiar el ciclo de las operaciones varias veces antes de comenzar las anotaciones.
2. Registrar una sola mano cada vez.
3. Registrar unos pocos símbolos cada vez.
4. El momento de recoger o asir otra pieza al comienzo de un ciclo de trabajo se presta para iniciar las anotaciones.
5. Registrar las acciones en el mismo renglón cuando tienen lugar al mismo tiempo.
6. Las acciones que tienen lugar sucesivamente deben registrarse en renglones distintos. Verifíquese si en el diagrama la sincronización entre las dos manos corresponde a la realidad.
7. Procure registrar todo lo que hace el operario y evítese combinar las operaciones con transportes o colocaciones, a no ser que ocurran realmente al mismo tiempo.

| Operación: Recargado de cartucho caliber 32 | Parte:     | Resumen         | Mano izquierda | Mano derecha                         |
|---|------------|-----------------|----------------|--------------------------------------|
| Nombre del operario: Eduardo López          | UABC-2015  | Eficientes      | 5              | 5                                    |
| Analista: Yolanda Báez                      | Fecha      | Ineficientes    | 2              | 2                                    |
| Método: Actual                              | 17.03.2015 | Tiempo de ciclo |                |                                      |
| Bosquejo                                    |            |                 |                |                                      |
|   |            |                 |                |                                      |
| Descripción de la mano izquierda            | Símbolo    | Tiempo          | Símbolo        | Descripción de la mano derecha       |
| Obtener el fulminante                       | RE<br>G    |                 | RE<br>G        | Obtener el casquillo                 |
| Colocar el fulminante en el casquillo       | M<br>P     |                 | H              | Sostener el casquillo                |
| Obtiene la pólvora                          | RE<br>G    |                 | M<br>P         | Colocar el casquillo en la mesa      |
| Colocar la pólvora en la pesadora           | M<br>RL    |                 | UD             | La mano derecha espera               |
| Tomar el casquillo                          | RE<br>G    |                 | RE<br>G        | Tomar la pólvora                     |
| Sostener el casquillo                       | H          |                 | M<br>RL        | Depositar la pólvora en el casquillo |
| Sostener el casquillo con pólvora           | H          |                 | RE<br>G        | Obtener la bala                      |

Fig. 2 Formato del Diagrama Bimanual

## UNIDAD V. ESTUDIO DE TIEMPOS POR CRONÓMETRO

### ESTUDIO DE TIEMPOS

El Sistema más utilizado para la determinación del contenido de trabajo de una operación, basado en la operación continua de esta operación durante un cierto periodo de tiempo, es llamado CRONOMETRAJE, por ser el cronómetro el instrumento básico para la medida de los tiempos, en este sistema

**Estudio de tiempos.** Es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y los ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar una tarea según una norma de ejecución preestablecida.

#### Elementos del Estudio de Tiempos

A fin de asegurarse el éxito, el analista debe ser capaz de inspirar confianza, ejecutar el juicio y desarrollar un trato amable con la persona encargada en donde se va a llevar a cabo el estudio.

Los elementos para un estudio de tiempos comprenden:

- La selección del operario
- El análisis del trabajo
- La descomposición del trabajo en sus elementos
- El registro de los valores elementales transcurridos
- La calificación de la actuación del operario
- La asignación de márgenes apropiados
- Presentación de resultados finales

#### *Selección del operario*

El primer paso para iniciar un estudio de tiempos se hace a través del jefe del departamento o supervisor de línea. Se debe revisar el trabajo en operación para determinar si esta listo para ser estudiado.

Si mas de un operador esta efectuando el trabajo para el cual se van a establecer estándares, se debe seleccionar al operador de tipo medio o el que esta mas arriba del promedio, lo que permitirá obtener un estudio más satisfactorio.

#### *Análisis del trabajo*

El error más común que suele cometer el analista de tiempos es el no hacer análisis y registros suficientes del método que se estudia.

En trabajos de gran actividad se recomienda terminar los diagramas de proceso antes de que se empiece a medir los tiempos de operación, de esta manera el analista podrá identificar plenamente estudiado y observar las oportunidades de mejorarlo.

### *Descomposición del trabajo en elementos*

Si bien es cierto que no debe efectuarse el estudio de tiempos de un trabajo, hasta que se encuentre **listo** para ser estudiado, es decir, hasta que el método empleado sea el correcto, también es cierto que hay que mejorar los métodos continuamente con el objeto de progresar. Una fábrica o planta que no perfecciona de continuo sus métodos, caerá en crisis y finalmente será incapaz de operar con utilidades. Puesto que los cambios en los métodos ocurren continuamente, es necesario hacer y registrar un análisis completo de los materiales y los métodos existentes, antes de comenzar a tomar lecturas cronométricas.

### *Registro de los valores elementales*

Debe anotarse toda información acerca de máquinas, herramientas de mano, plantillas o dispositivos, condiciones de trabajo, materiales de uso, operación que ejecuta, nombre del operador y número de tarjeta del operario, departamento, fecha del estudio y nombre del tomador de tiempos.

El estudio de tiempos debe constituir una fuente para el establecimiento de datos estándares. También debe ser útil para el mejoramiento de métodos, evaluación de operadores y de las herramientas y comportamiento de las máquinas.

### *Calificación de la actuación del operario*

Como el tiempo real requerido para ejecutar cada elemento el estudio depende en un alto grado de la habilidad y esfuerzo del operario, es necesario ajustar hacia arriba el tiempo normal del operario bueno y hacia abajo el del menos capacitado.

En el sistema de calificación del desempeño, el observador evalúa la efectividad del operario en términos del desempeño de un **operador calificado**.

**Operador calificado:** Se define como un operario con amplia experiencia que trabaja en las condiciones acostumbradas en la estación de trabajo, a un paso ni demasiado rápido ni demasiado lento, sino representativo de lo que se puede mantener a lo largo del día.

### *Asignación de márgenes apropiados*

Ningún operario puede mantener un paso estándar todos los minutos del día de trabajo, por lo que es necesario adicionar una fracción de tiempo, para llegar a un estándar justo que un trabajador pueda lograr de manera razonable.

### *Presentación de resultados finales*

Vender el método propuesto es el siguiente elemento, y quizás el más importante, del procedimiento de presentación. No importa que tan extenso haya sido la recolección de datos y el análisis, ni que tan ingenioso haya sido el nuevo método, el valor del proyecto es cero a menos que se ponga en práctica, un método no vendido casi nunca queda instalado.

La presentación del método propuesto debe incluir la toma de decisiones que condujo a la elección del diseño final y hacer hincapié en los ahorros que se pueden lograr.

La segunda parte de la presentación es la calidad y confiabilidad de las mejoras posibles al instalar el método mejorado.

La tercera parte de la presentación es la recuperación de la inversión de capital. Una vez presentado y vendido el método propuesto, se puede instalar.

**Tiempo normal.** Reconoce como tiempo normal al tiempo necesario para llevar a cabo actividad normal.

Los sistemas de tiempo predeterminados, muestreo de trabajo y cronometración permiten determinar el tiempo de ejecución de las operaciones consecutivas en un proceso.

**Tiempo estándar.** Tiempo requerido para que un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a un paso normal y realizando un esfuerzo promedio pueda ejecutar la operación.

$$TE = TN + \text{TOLERANCIAS} + \text{CALIFICACIÓN DE LA ACTUCACIÓN}$$

Por lo general las tolerancias se dan como un porcentaje o fracción del tiempo normal y se usa como un multiplicador igual a  $1 + \text{tolerancias}$ .

En las tolerancias pueden tener lugar cuatro clases de interrupciones para las que debe asignarse tiempo adicional. Las primeras son las interrupciones personales (necesidades personales) como viajes al baño y los bebederos, la segunda es la fatiga básica que afecta aún a los individuos más fuertes en los trabajos más ligeros, la tercera se refiere a los retrasos inevitables como herramientas que se rompen, interrupciones del supervisor, pequeños problemas con herramientas y variaciones del material y por último los suplementos variables que adicionan tiempo por el medio ambiente y las condiciones en que se esta efectuando el trabajo, como estar de pie, iluminación, tedio, monotonía.

Los primeros tres factores se encuentran establecidos por la OIT (Organización Internacional del Trabajo)

|                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Fatiga básica          | 4%                      |
| Necesidades personales | 5% a 7%                 |
| Retrasos inevitables   | 2%                      |
| Suplementos variables  | (ver valores en tablas) |