

## MARCO TEÓRICO

La productividad puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo en que se lleva conseguirlos. El tiempo es a menudo un buen denominador, puesto que es una medida universal y está fuera del control humano.

Independientemente del tipo de sistema de producción económico o político, la definición de productividad sigue siendo la misma. El concepto básico de productividad es siempre la relación entre la cantidad y calidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados para producirlos.

La productividad es un instrumento comparativo para gerentes y directores de empresa, ingenieros industriales, economistas y políticos. Compara la producción en diferentes niveles del sistema económico, con los recursos consumidos.

Un error muy común consiste en confundir la productividad con la eficiencia. Eficiencia significa producir bienes de alta calidad en el menor tiempo posible. Por su parte, productividad está cada vez más vinculada con la calidad del producto, de los insumos y del propio proceso.

El mejoramiento de la productividad no consiste únicamente en hacer las cosas mejor; es más importante hacer mejor las cosas correctas. El proceso de producción es un sistema social complejo, adaptable y progresivo. Las relaciones recíprocas entre trabajo, capital y el medio ambiente social y organizacional son importantes en tanto están equilibradas y coordinadas en un conjunto integrado.

El principal interés del ingeniero industrial es realizar un análisis cualitativo, conocer cómo deben operar para su buen funcionamiento los diferentes departamentos dentro de la empresa, cómo deben relacionarse para que juntos incrementen la productividad.

Existen dos categorías principales de factores de productividad; externos e internos. Los factores externos son los que quedan fuera de control de la empresa determinada, y los factores internos son los que están sujetos a su control.

Para ocuparse de todos esos factores se requieren diferentes instituciones, personas técnicas y métodos. El primer paso para mejorar la productividad consiste en identificar los problemas que se plantean en esos grupos de factores. Los gobiernos pueden mejorar la política fiscal, crear una mejor legislación del trabajo, proporcionar mejor acceso a los recursos naturales, mejorar la infraestructura social, la política de precios, etc. Pero las organizaciones no pueden hacerlo por sí mismas.

Los factores externos tienen interés para una empresa porque la comprensión de esos factores puede inducir a la adopción de ciertas medidas que modificarían el comportamiento de una empresa y su productividad a largo plazo. A continuación se sugiere el cuadro integrado de los factores que constituyen una fuente importante de mejoramiento de la productividad.

Como algunos factores internos se modifican más fácilmente que otros, es útil clasificarlos en dos grupos; duros y blandos, los factores duros incluyen los productos, la tecnología, el equipo y la materia prima, mientras que los factores blandos incluyen la fuerza de trabajo, los sistemas y procedimientos de organización, los estilos de dirección y los métodos de trabajo.

## FACTORES DUROS

### Producto

El valor de uso del producto se puede perfeccionar mediante la mejora del diseño y de las especificaciones. La supresión de las divisiones que separan la investigación, la comercialización y la venta serán convertidas en un factor importante de la productividad. El factor volumen en particular aporta una mejor noción de las economías de escala por medio del aumento del volumen de producción. Por último, el factor costo/beneficio se puede realzar mediante el aumento de los beneficios logrados con el mismo costo para la obtención de un mismo beneficio.

### Planta y equipo

Estos elementos desempeñan un papel central en todo programa de mejoramiento de la productividad mediante:

- Un buen mantenimiento
- El funcionamiento de la planta y el equipo en las condiciones óptimas.
- El aumento de la capacidad de la planta mediante la eliminación de los estrangulamientos y la adopción de medidas correctivas.
- La reducción del tiempo parado y el incremento del uso eficaz de las máquinas y capacidades de la planta disponibles.

La productividad de la planta y el equipo se puede mejorar prestando atención a la utilización, la antigüedad, la modernización, el costo, la inversión, el equipo producido internamente, el mantenimiento y la expansión de la capacidad, etc.

### Tecnología

Se puede lograr un mayor volumen de bienes y servicios, un perfeccionamiento de la calidad, la introducción de nuevos métodos de comercialización, etc., mediante una mayor automatización y tecnología de la información. La automatización puede asimismo mejorar la manipulación de los materiales, el almacenamiento, los sistemas de comunicación y el control de calidad.

### Material y energía

Como aspectos importantes de la productividad de los materiales podemos mencionar los siguientes:

- Rendimiento del material: producción de productos útiles o de energía por unidad de material utilizado. Depende la selección del material correcto, su calidad, el control del proceso y el control de los productos rechazados.
- Uso y control de desechos y sobras.
- Perfeccionamiento de los materiales mediante la elaboración inicial para mejorar la utilización en el proceso principal.
- Empleo de materiales de mayor calidad a menor precio.

- Sustitución de las importaciones.
- Mejoramiento del índice de rotación de las existencias para liberar fondos vinculados a las existencias con el fin de destinarlos a usos más productivos.
- Mejoramiento de la gestión de las existencias para evitar que se mantengan reservas excesivas.
- Promoción de las fuentes de abastecimiento.

## FACTORES BLANDOS

### Personas

Todas las personas que trabajan en una organización tienen una función que desempeñar como trabajadores, ingenieros, gerentes, empresarios y miembros de los sindicatos. Cada función tiene un doble aspecto; dedicación y eficacia.

La dedicación es la medida en que cada persona se consagra en su trabajo. Las personas difieren no sólo en su capacidad, sino también en su voluntad para trabajar. Es importante estimular y mantener la motivación y se debe tomar en cuenta los factores siguientes:

- Se debe constituir un conjunto de valores favorables al aumento de la productividad, para provocar cambios en la actitud de los directores, gerentes, ingenieros y trabajadores.
- Para mejorar la productividad del trabajo se puede utilizar los siguientes criterios, métodos y técnicas esenciales; salarios y sueldos; formación y educación; seguridad social (pensiones y planes de salud, recompensas, planes de incentivos participación o codeterminación, negociaciones contractuales, actividades con respecto al trabajo, etc.).

### Organización y sistemas

Los principios de la buena organización, como la unidad de mando, la delegación y el área de control, tienen por objeto prever la especialización y la división del trabajo y la coordinación dentro de la empresa. Una organización necesita funcionar con dinamismo y estar orientada hacia objetos y debe ser objeto de mantenimiento, reparación y reorganización de cuando en cuando para alcanzar nuevos objetivos.

### Métodos de trabajo

El mejoramiento de los métodos de trabajo constituye el sector más prometedor para mejorar la productividad. Las técnicas relacionadas con los métodos de trabajo tienen como finalidad lograr que el trabajo manual sea más productivo mediante el mejoramiento de la forma en que se realiza, los movimientos humanos que se llevan a cabo, los instrumentos utilizados, la disposición del lugar de trabajo, los materiales empleados y la maquinaria utilizada. El estudio del trabajo, la ingeniería industrial, y la formación profesional son los principales instrumentos para mejorar el método de trabajo.

### Estilos de dirección

A la dirección se le atribuye 75% de los aumentos de la productividad, puesto que es responsable del uso eficaz de todos los recursos sometidos al control de la empresa. Los estilos y las prácticas de dirección influyen en el diseño organizativo, las

políticas del personal, la descripción del puesto de trabajo, la planificación y el control operativo, las políticas de mantenimiento y compras, los costos de capital, los sistemas de elaboración de presupuestos y las técnicas de control de los costos.

#### Factores externos

Entre los factores externos cabe mencionar las políticas estatales y los mecanismos institucionales, la situación política social y económica; el clima económico, la disponibilidad de recursos financieros, energía, agua, medios de transporte, comunicaciones y materias primas. La dirección de la empresa ha de entender y tomar en consideración estos factores al planificar y ejecutar los programas de productividad, teniendo presente todos los lazos sociales, políticos, económicos y organizativos que existen entre los consumidores, los trabajadores, las direcciones de las empresas y las autoridades públicas y los diferentes grupos de presión entre las instituciones y la infraestructura organizativa.

Los ajustes estructurales, los cambios económicos, la competitividad industrial, los cambios demográficos y sociales, los recursos naturales, la mano de obra, la tierra, la energía y la materia prima son algunos de los factores que podemos intervenir de una forma indirecta para el cumplimiento del más grande objetivo que se tiene dentro de la empresa; “incrementar la productividad”.

### **PRODUCTIVIDAD**

- Hacer MÁS con MENOS
- Hacer MÁS con lo MISMO
- Hacer lo MISMO con MENOS

### **INDICES DE PRODUCTIVIDAD**

$\frac{\text{Producción}}{\text{Recursos}}$
---

### **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Es la actitud derivada de la aplicación de la ingeniería a todos los factores involucrados en la producción y distribución de productos y servicios incluyendo el factor humano.

### **INGENIERIA DE MÉTODOS**

Es la parte de la ingeniería industrial que analiza los métodos de trabajo o procesos para determinar el método o procesos más efectivos sin desperdicio de materiales, tiempo o esfuerzo y con objeto de lograr que cada tarea sea más sencilla, fácil, rápida y segura.

### **ESTUDIO DEL TRABAJO**

Es el conjunto de técnicas de la simplificación del trabajo y de la medición del mismo por medio de los cuales se asegura el mejor aprovechamiento posible de los recursos humanos y materiales con que se lleva a cabo una tarea determinada.

Productividad actual + ingeniería de métodos = aumento en la productividad

(¿Qué?)

Estudio del trabajo

(¿Cómo?)

#### OBJETIVO DE LA SENCILLEZ

- Hacer más fácil el trabajo de enseñanza y aprendizaje.
- Reducir el grado de habilidad necesaria (para que mayor número de personas puedan hacer el trabajo, multifuncionalidad).
- Disminuir los desplazamientos (del operario, de la materia prima, de maquinaria).
- Reducir el tiempo de ejecución del trabajo.
- Aumentar la comodidad del obrero (ruido, vibraciones, ventilación, iluminación, mobiliario).

#### OBJETIVOS DE LA FACILIDAD

- Lograr el mínimo esfuerzo humano.
- Reducir la fatiga (visión, posición, etc.)
- Lograr que los trabajos sean lo más fácil de ejecutar.

#### OBJETIVOS DE LA RAPIDEZ

- Aumentar la eficiencia pero sin prisas.
- Realizar más producción en menos tiempo.
- Reducir la mano de obra innecesaria.

#### OBJETIVOS DE LA SEGURIDAD

- Reducir los peligros y las condiciones inseguras.
- Ordenar las áreas de trabajo.
- Eliminar prisas o precipitaciones.

### “SIEMPRE HAY UN METODO MEJOR”

El estudio del trabajo tiene como objetivo identificar y analizar los problemas del trabajo, desarrollar métodos mejores e implantar las modificaciones resultantes.

La PRODUCTIVIDAD es el grado de eficiencia logrado por una explotación. Es el resultado entre resultados y esfuerzos, entre productos obtenidos y medios empleados, relación de la cantidad producida y la cantidad de tiempo de trabajo. En resumen es hacer más con menos.

Recursos con una dirección para obtener bienes y productos.

$$P = \frac{\text{Manufactura}}{\text{Recursos}} = \frac{\text{Servicios}}{\text{Costo}} = \frac{\text{Producción}}{\text{Beneficio}}$$

#### ¿Cómo reducir el denominador?

- En cuanto a suministros:
  - a) Evitando desperdicios.

- b) Evitando el mal uso de materiales.
- En cuanto a la fuerza de trabajo:
  - a) Evitando tiempo ocioso
  - b) Suprimiendo maniobras innecesarias.
  - c) Evitando el mal uso de la capacidad.
- En cuanto medios de producción
  - a) Reduciendo tiempos de paro.
  - b) Evitando el desgaste prematuro.
  - c) Cuidando las características físicas o económicas.

Mantenimiento 5:1 (5 correctivos equivalen a 1 preventivo)

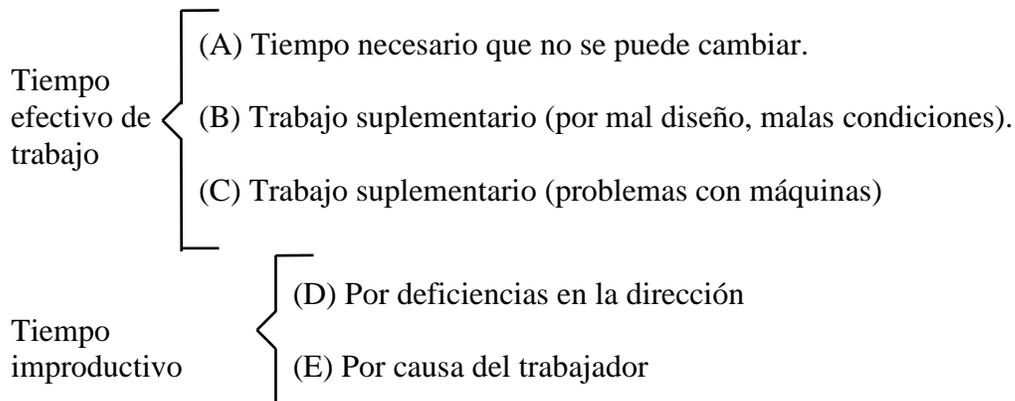
### ¿Cómo aumentar el numerador?

- Modificando el catálogo de la producción (productos obsoletos, mala calidad, disminución en ventas, etc.)
- Utilizando subproductos o desperdicios
- Evitando rechazos y devoluciones.
- Evitando la pérdida de ventas.

### LAS M'S MÁGICAS

- Mano de obra.
- Money. (dinero)
- Materiales.
- Maquinaria.
- Métodos.
- More. (otros)

### TIEMPO DE TRABAJO



A = Contenido de trabajo básico. (No hay tiempo improductivo).

B = Trabajo en exceso debido a deficiencias en la planeación y especificaciones del mismo.

C = Trabajo en exceso debido a métodos ineficientes o al mal funcionamiento de la misma área.

D = Trabajo en exceso debido a mala organización.

E = Tiempo improductivo por ineficiencia del trabajador.

F = Tiempo improductivo debido a accidentes e incidentes (dirección o trabajador).

Causas:

B<sub>1</sub>: Mala planeación que no permite el uso de equipo adecuado.

B<sub>2</sub>: Mala normalización que impide utilizar los métodos más adecuados para el trabajo.

B<sub>3</sub>: Fijación incorrecta de normas de calidad, exageraciones en las especificaciones ocasionando trabajo de más.

C<sub>1</sub>: Usar maquinaria o herramienta inadecuada.

C<sub>2</sub>: Proceso mal ejecutado o ejecutado en condiciones incorrectas.

C<sub>3</sub>: Mala disposición de la maquinaria o equipo, lo que ocasiona trabajo innecesario.

C<sub>4</sub>: Por métodos de trabajo, por desconocimiento de trabajo por parte del operario.

D<sub>1</sub>: Variedad excesiva de productos o materiales utilizados en el proceso.

D<sub>2</sub>: Falta de normalización, cambio o modificaciones al diseño impiden una adecuada capacitación.

D<sub>3</sub>: Mala planificación del trabajo o en la recepción de materiales provocan inactividad en las máquinas o equipo.

D<sub>4</sub>: Constantes averías provocan inactividad y descontrol en la planta.

E<sub>1</sub>: Ausencias, retrasos e inactividad del trabajador.

E<sub>2</sub>: Hacer labores en forma descuidada, lo que genera tiempo improductivo por tener que desechar o repetir el trabajo.

F<sub>1</sub>: Accidentes o incidentes pueden generar ausencias por incapacidad, ausencias temporales o breves interrupciones.

F<sub>2</sub>: Enfermedades no profesionales\* provocan ausencias justificadas, pero en muchos casos no se puede suplir a las personas.

\*Una enfermedad no profesional es aquella que se contrae sin que tenga relación con su trabajo, por ejemplo: una gripa.

## LA NATURALEZA DE LA INVESTIGACIÓN INDUSTRIAL.

La marcha dinámica de la industria moderna se manifiesta en una incesante mejora de los productos y de las técnicas de fabricación, y, consecuentemente, en el aumento de la complejidad de los mercados y de sus condiciones de competencia. Estos fenómenos, causa y resultado a la vez del progreso general, son comunes a la industria de todos los países y su desarrollo, diverso, complejo y de acelerado ritmo, impone a los dirigentes de la industria un continuo examen de los productos, de la producción y de la productividad, vigilancia indispensable para la existencia misma de sus empresas. Es preciso que las tareas de la producción y los aspectos de la productividad se mantengan en ritmo y eficacia acordes con el adelanto general, y en esta inspección la condición primera es poder determinar a tiempo que actividades se apartan de la tendencia y pueden conducir a una situación difícil. Para ello, quienes ocupan puestos directivos en todos los niveles de la industria deben disponer de información adecuada y oportuna; de

ahí que sea indispensable mejorar los métodos de investigación de modo que pueda advertirse a tiempo toda causa posible de deficiencia.

Una definición concisa de *investigación industrial* la enunciaría como “un análisis de potencialidad de la productividad”. En la práctica se trata de incrementar la eficiencia de operación ya sea en una empresa o en una rama industrial.

Los que se encargan de hacer posible esta mayor eficiencia tienen necesidad de conseguir una información amplia sobre el complejo proceso económico y que además debe obtenerse oportunamente. Es preciso tanto conocer las causas de las dificultades anteriores como prever lo que probablemente suceda en el futuro.

Estas condiciones son a menudo parecidas a aquellas que se presentan en la estrategia militar. En ésta, la investigación de las operaciones se desarrolla siguiendo un método científico para proveer a los departamentos directivos bases cuantitativas que les permitan adoptar decisiones respecto a las operaciones de las cuales son responsables.

En el campo de la industria, la investigación, a diferencia del análisis estadístico ordinario, trata de descubrir las fuerzas que actúan en un ámbito en el cual el resultado final de un esfuerzo depende de gran variedad de parámetros operativos, que es preciso interpretar justamente para poderlos modificar con vistas a mejor resultado. Este método es útil para transformar los datos de operación en una teoría que se aplicará como sigue:

1. Analizar la operación total con el propósito de determinar los factores que en ella intervienen.
2. Definir las funciones de esos factores que operan con relación al resultado esperado de la operación en su conjunto.
3. Determinar el grado en que el desempeño real y objetivo de estas funciones contribuye, con su participación específica y necesaria, al esfuerzo total.
4. Investigar qué factor o parámetro ejerce, en condiciones determinadas, una influencia decisiva, favorable o adversa en la operación.

#### \* FACTORES DE OPERACIÓN DE UNA EMPRESA.

En economía, una empresa puede considerarse como una célula del cuerpo económico, como la más pequeña unidad estructural de su vida orgánica. El cuerpo económico mismo está luchando para satisfacer los deseos y necesidades originados por sus procesos y por quienes participan en la actividad económica.

La función de una empresa consiste, por tanto, en contribuir en la satisfacción de estas necesidades, por lo que no sólo es un negocio basado en el principio de obtener una ganancia, sino también un establecimiento que sirve para la producción de bienes y por consiguiente, una institución subordinada a los intereses económicos y sociales de la comunidad.

La tarea de la dirección de una empresa reviste dos aspectos:

- a) Establecer la política y actuar de acuerdo a ella.

- b) Dirigir las actividades económicas de la empresa de tal forma que se alcance la meta señalada.

El grado en que la dirección sea capaz de satisfacer estos requisitos determinará en gran medida la productividad y el lugar de la empresa en la comunidad.

Por lo que se refiere a las actividades de la empresa, en realidad lo que ésta hace es vender el tiempo de trabajo de sus hombres y la depreciación de sus bienes de producción. Vende también las materias primas transformadas y los servicios que le han proporcionado otras empresas.

Cuando se analizan deficiencias en la operación de los establecimientos manufactureros, se descubre que las fallas pueden provenir de diversos factores, que constituyen aspectos vitales del funcionamiento de la empresa y a los que se les llama **factores de operación**. Dichos factores son:

#### 1. MEDIO AMBIENTE.

Conjunto de influencias externas que actúan sobre la operación de la empresa. *Función:* Mantener oportunamente informada a la empresa sobre los cambios que ocurren en las condiciones externas, para su debida orientación, e informar a su vez al exterior acerca de sus actividades.

#### 2. POLÍTICAS Y DIRECCIÓN.

Orientación y manejo de la empresa mediante la dirección y vigilancia de sus actividades. *Función:* Fijar a la empresa objetivos razonables y proveerla de los medios necesarios para alcanzarlos de manera económica.

#### 3. PRODUCTOS Y PROCESOS.

Selección y diseño de los bienes que se han de producir y de los métodos usados en la fabricación de los mismos. *Función:* Seleccionar, para su producción, los artículos que al mismo tiempo presten servicios a los consumidores, rindan beneficios a la empresa, y determinar los procesos adecuados de producción.

#### 4. FINANCIAMIENTO.

Manejo de los aspectos monetarios y crediticios. *Función:* Proveer los recursos monetarios adecuados, por su cuantía y origen para efectuar las inversiones necesarias, así como para desarrollar las operaciones de la empresa.

#### 5. MEDIOS DE PRODUCCIÓN.

Inmuebles, equipos, maquinaria, herramientas e instalaciones de servicio. *Función:* Dotar a la empresa de terrenos, edificios, maquinaria y equipo que le permitan efectuar sus operaciones eficientemente.

#### 6. FUERZA DE TRABAJO.

Personal ocupado por la empresa. *Función:* Seleccionar y adiestrar un personal idóneo y organizarlo tratando de alcanzar la óptima productividad en el desempeño de sus labores.

## 7. SUMINISTROS.

Materias primas, materias auxiliares y servicios. *Función:* Suministrar a la empresa una corriente continua de materiales y servicios de calidades y precios convenientes.

## 8. ACTIVIDAD PRODUCTORA.

Transformación de los materiales en productos que pueden comercializarse. *Función:* Organizar y efectuar las operaciones de producción en forma eficiente y económica.

## 9. MERCADEO.

Orientación y manejo de la venta y de la distribución de los productos. *Función:* Adoptar las medidas que garanticen el flujo continuo de los productos al mercado y que proporcionen el óptimo beneficio tanto a la empresa como a los consumidores.

## 10. CONTABILIDAD Y ESTADÍSTICA.

Registro e información de las transacciones y operaciones. *Función:* Establecer y tener en funcionamiento una organización para la recopilación de datos, particularmente financieros y de costos, con el fin de mantener informada a la empresa de los aspectos económicos de sus operaciones.

- Principio de dirección o administración científica. Frederic Taylor.

- 1.- Una buena organización hará que una fábrica mala obtenga mejores resultados que una buena fábrica con una organización defectuosa.
- 2.- Para el funcionamiento adecuado de la fábrica evítase que los trabajadores y supervisores tengan que elaborar planeación, diseño o estrategias generales.
- 3.- La obtención de tiempos y el establecimiento de métodos es indispensable en todas aquellas actividades que lo ameriten a efecto de poder insistir en el tiempo y manera en que debe realizarse una tarea.
- 4.- Para conseguir una dirección eficaz, el director sólo debe recibir informes condensados, resumidos y comparativos en lo posible.
- 5.- La máxima prosperidad se logra tanto para la empresa como para el trabajador al realizar el trabajo con mayor productividad.
- 6.- Lo que se exige a un trabajador debe ser lo justo y posible de ejecutar con seguridad.
- 7.- Si el trabajador falla la dirección debe demostrar que el trabajo puede hacerse como ella exige.
- 8.- En lo posible debe dársele a cada trabajador la labor de más alta calidad que pueda realizar.

- Principios de la administración general industrial. Henry Fayol.

1. División del trabajo es una ley de la naturaleza: el trabajador que siempre está haciendo la misma pieza y el director que siempre está ocupándose de los mismos problemas, adquieren una destreza, seguridad y exactitud que aumenta su producción, por otro lado, cada cambio de ocupación implica un esfuerzo de adaptación.
2. Unidad de mando: un empleado tiene que recibir instrucciones para una operación determinada de un sólo hombre.

3. Autoridad y responsabilidad: es el derecho a mandar y la energía para hacerse obedecer; hay dos tipos de autoridad, la formal y la informal.
4. Centralización: es una ley natural en cada organización, las sensaciones convergen a la cabeza o dirección y desde este punto son puestas en movimiento las instrucciones que ponen en acción al sistema.
5. Estabilidad del personal: un empleado necesita algún tiempo para adaptarse a una función y así llegar al punto en que posea la habilidad suficiente para satisfacer satisfactoriamente la función, si se le desplaza antes de que cumpla este ciclo, no habrá podido prestar ningún servicio apreciable.
6. Solidaridad: la unión hace la fuerza.

- Principios de trabajos, salarios y beneficios. Gantt.

1. Un operario de una cuadrilla numerosa trabaja con menos eficiencia que cuando lo hace sólo o en cuadrillas pequeñas.
2. Sólo es posible obtener altos beneficios en forma permanente por medio de un funcionamiento eficiente.
3. El costo del tiempo ocioso, ya sea de hombres o máquinas, es casi igual al costo de estar trabajando.
4. Es mucho más útil un trabajador eficiente con salario alto que uno ineficiente con salario bajo.

## **DIAGNÓSTICO DE PRODUCTIVIDAD**

- Principio de la función limitante:

Una función desempeñada deficientemente limitará el rendimiento y la productividad de otras funciones, así como el resultado final de las operaciones de la empresa.

- Principio de la función limitada:

Deberá considerarse poco provechoso todo esfuerzo adicional que se emplee en una función, con la intención de mejorar su rendimiento si antes no se eliminan los obstáculos que otras funciones le anteponen en el camino de su objetivo.

- Principio de los círculos viciosos:

Se constituye un círculo vicioso cuando dos o más funciones se limitan una a continuación de la otra y la última de la cadena limita a la primera, en este caso la acción debe ser la adecuada para romper la cadena en el eslabón más débil.

## **FUNCIONES O FACTORES**

1. Medio ambiente: Influencias externas que actúan sobre la operación de la empresa.
2. Dirección y políticas: Orientación y manejo de la empresa.
3. Productos y procesos: Selección y diseño de los bienes a producir y de los métodos utilizados en la fabricación.
4. Financiamiento: Manejo de los aspectos monetarios y crediticios.
5. Fuerza de trabajo (personal): El total del personal ocupado en la empresa.

6. Suministros: Conjunto de materias primas, materiales, productos semielaborados, accesorios y servicios.
7. Medios de producción: Conjunto de inmuebles, equipo, herramientas e instalaciones de servicios.
8. Actividad productora: Transformación de los materiales en productos que puedan comercializarse.
9. Mercadeo: Manejo de las ventas y de la distribución de los productos.
10. Contabilidad y estadística: Registro e información de las transacciones de la empresa.

\*La maquinaria más lenta da la capacidad instalada de una planta.

- A - La función se lleva a cabo correctamente.
- B - La función se lleva a cabo de forma regular.
- C - La función no se lleva a cabo correctamente
- D - No viene al caso.

$$E = \frac{A + B/2 + C/4}{n} = \text{eficiencia}$$

$n = \Sigma$  de actividades de A + B + C. Ideal E = 1

### **METODOLOGÍA DEL DIAGNÓSTICO. (ANALISIS FACTORIAL).**

1. Buscar la información mediante técnicas diferentes de tal manera que lleguemos a las causas.
2. Dividir las actividades en factores correspondientes.
3. Organizar los factores con sus actividades y su información correspondiente.
4. Elaborar una escala que represente el grado de satisfacción de cada factor.
5. Evaluar el factor componente dándole el grado de satisfacción de cada factor y señalando con una equis la columna que corresponda a la escala.
6. Cuando fueron marcadas las columnas B o C buscaremos la causa de dicha limitación, se utilizará una columna más (L) para anotar el número de este factor limitante.
7. Se suman el número de anotaciones de cada columna.
8. la eficiencia de cada factor se obtiene multiplicando el número de anotaciones de cada una de las columnas por la ponderación dada a las mismas entre el número de subdivisiones.

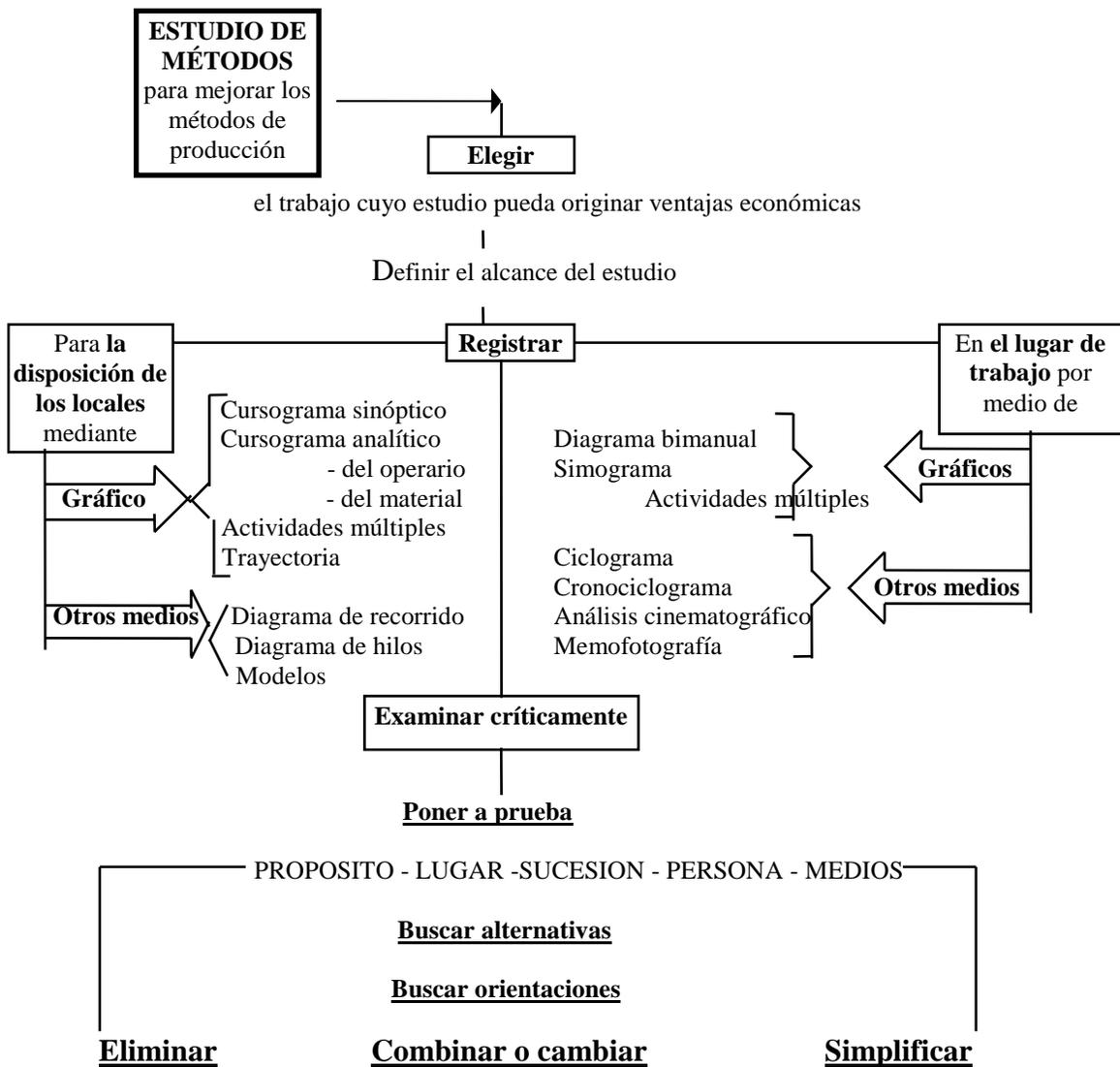
$$\text{Deficiencia} = 1 - E$$

El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces y de reducir los costos.

## PROCEDIMIENTO BÁSICO

Al examinar cualquier problema es necesario seguir un orden bien determinado, que puede resumirse como sigue:

- ELEGIR el trabajo que se va a estudiar.
- REGISTRAR todo lo que sea pertinente del método actual **por observación directa**.
- EXAMINAR con espíritu crítico lo registrado, en sucesión ordenada, utilizando las técnicas más apropiadas en cada caso.
- DISEÑAR el método más práctico, económico y eficaz, teniendo debidamente en cuenta todas las contingencias previsibles.
- DEFINIR el nuevo método para poderlo reconocer en todo momento.
- APLICAR O IMPLANTAR ese método como práctica normal.
- MANTENER EN USO dicha práctica instituyendo inspecciones regulares.



**Diseñar**

un proyecto de método mejorado

Planificación y control  
Manipulación  
Ambiente y condiciones de trabajo  
Disposición de los locales

**Examinar nuevamente**  
el proyecto para establecer  
**el mejor método**  
**en las circunstancias del caso**

Auxiliares mecánicos  
Controles manuales e instrumentos visuales  
Modelo de maquinaria  
Plantilla y dispositivos de fijación  
Condiciones de trabajo locales

**Definir**

proceso o procedimiento - disposición - equipo - materiales  
calidad - instrucción - condiciones de trabajo

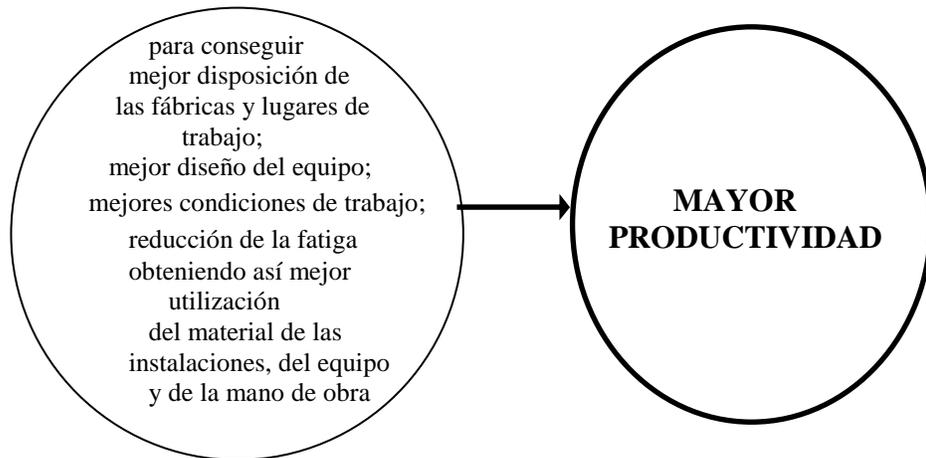
**Aplicar**

el método perfeccionado

planear - disponer - aplicar

**Mantener en uso**

comprobar a intervalos regulares si se utiliza el método perfeccionado definido



CLASE DE TRABAJO	EJEMPLOS	TÉCNICAS GRÁFICAS
Ciclo completo de fabricación	Fabricación de un motor eléctrico, desde la materia prima hasta la expedición Transformación del hilado en tela, desde la preparación hasta la inspección Recepción, embalaje y expedición de la fruta	Cursograma sinóptico del proceso Cursograma analítico del proceso Diagrama de recorrido
Disposición de la fábrica: movimiento de los materiales	Movimientos de la culata de un cilindro de motor Diesel de principio a fin de las operaciones de ajuste. Movimiento de los cereales entre las operaciones de molienda	Cursograma sinóptico Cursograma analítico del material Diagrama de recorrido Gráfico de trayectoria Modelos
Disposición de la fábrica: movimiento de los trabajadores	Operarios encargados de hiladoras con bobinas Cocineros en la cocina de un restaurante	Cursograma analítico del operario Diagrama de hilos Gráfico de trayectoria
Manipulación de materiales	Meter y sacar materiales del almacén Cargar los camiones con productos acabados	Cursograma analítico del material Diagrama de recorrido Diagrama de hilos
Disposición del lugar de trabajo	Trabajo ligero de montaje en un banco Tipografía a mano	Cursograma analítico del operario Diagrama bimanual Diagrama de actividades múltiples Simograma Ciclograma Cronociclograma
Trabajo en cuadrilla o manejo de una máquina automática	Cadena de producción Operario a cargo de torno semiautomático	Diagrama de actividades múltiples Cursograma analítico del equipo (máquinas y herramientas)
Movimiento de los operarios en el trabajo	Operarios en trabajo de repetición, ciclo breve Operaciones que exigen gran destreza manual	Películas Análisis cinematográfico Simograma Memofotografía Análisis de micromovimientos

## DIAGNÓSTICO DE PRODUCTIVIDAD

El diagnóstico o determinación de las limitaciones o anomalías de las actividades de una empresa pueden hacerse mediante técnicas diferentes. Vamos a utilizar una de ellas, el análisis factorial y causal.

Este análisis se desarrolla mediante el siguiente método:

1. Se divide la actividad estudiada en sus factores o componentes. El grado de división depende de la profundidad de análisis que quiera hacerse. Por ejemplo, si deseamos analizar el ambiente, lo podemos dividir en los siguientes factores:

- a) Económico
- b) Social
- c) Tecnológico
- d) Físico

Otra división podría ser en función de las relaciones o influencias sobre las actividades de la compañía.

- a) Industria competitiva
- b) Facilidades gubernamentales
- c) Medios de comunicación
- d) Cercanías de mercados
- e) Fuentes de abastecimientos
- f) Desarrollo tecnológico, etcétera

Vamos a utilizar los indicadores descritos en este trabajo como factores de análisis

- a) Desarrollo tecnológico
- b) Desarrollo económico
- c) Tendencias económicas
- d) Correlación con la competencia

2. Se elabora una escala que representa el grado de satisfacción de cada factor, desde cero para la carencia total del mismo, hasta 1.00 para la completa satisfacción.

- a) Aceptable, 1.00
- b) Limitado, 0.50
- c) No aceptable, 0.25
- d) Inexistente, 0

O bien, otra escala más amplia:

- a) Extraordinario, 1.00
- b) Bueno, 0.80

- c) Regular, 0.60
- d) Malo, 0.40
- e) Pésimo, 0.20
- f) Inexistente, 0

3. Se evalúa el factor componente, examinando la tendencia, dirección, exactitud y precisión del indicador, para darle un grado de satisfacción y se señala con una cruz la columna que corresponde en la escala.

	a	b	c
Desarrollo tecnológico		X	
Desarrollo económico	X		
Tendencias económicas	X		
Correlación con la competencia			X

En este caso, como vamos a utilizar únicamente los indicadores con los que trabajamos, no se necesitará la columna para el grado (d), que significa inexistente.

4. Cuando el factor analizado tiene limitación, o sea, cuando se marca la columna (b) o (c), buscaremos en qué función se encuentra la causa de dicha limitación. Se utiliza una columna más (L) para anotar el número de este factor limitante.

- 1) Ambiente
- 2) Producto
- 3) Estructura financiera
- 4) Suministros
- 5) Fuerza de trabajo
- 6) Medio de producción
- 7) Actividad productora
- 8) Mercadeo
- 9) Contabilidad y estadística
- 10) Dirección

	a	b	c	L
Desarrollo tecnológico		X		10
Desarrollo económico	X			
Tendencias económicas	X			
Correlación con la competencia			X	1

5. Se suma el número de anotaciones hechas en cada columna:

a b c L  
2 1 1 2

6. Se calcula la eficiencia, multiplicando el número de anotaciones de cada una de las tres primeras columnas por la ponderación dada a las mismas. La suma de estas

evaluaciones se divide entre el número de indicadores analizados y el resultado es la eficiencia.

$$E = \frac{a + b(0.5) + c(0.25)}{n} = \frac{2 + 1(0.5) + 1(0.25)}{4} = 0.69$$

Como la cifra está dada en tanto por uno, el resultado puede leerse como 69%.

7. La deficiencia es el complemento a la unidad, del valor de la eficiencia.

$$\text{Deficiencia} = 1 - 0.69 = 0.31$$

8. Se calcula el porcentaje de limitación, dividiendo la unidad entre el número de anotaciones que hay en la columna (L).

$$f = 1/L = 1/2 = 0.50$$

9. Se multiplica este porcentaje por la cantidad de anotaciones de una misma función, para conocer el porcentaje de limitación que proviene de cada departamento.

$$\text{Función 1} = 0.50 \times 1 = 0.50$$

$$\text{Función 10} = 0.50 \times 1 = 0.50$$

Antes de continuar con la metodología, vamos a ilustrar con un ejemplo los nueve pasos anteriores.

1. Ambiente				
	a	b	c	L
Desarrollo tecnológico		X		10
Desarrollo económico	X			
Tendencia económica	X			
Fuerza competitiva			X	1
	2	1	1	2

2. Producto				
	a	b	c	L
Fuerza competitiva			X	1
Rentabilidad del producto	X			
Calidad del producto		X		1
Aceptación del producto		X		7
	1	2	1	3

3. Estructura Financiera				
	a	b	c	L
Capital de trabajo	X			
Cartera		X		3
Cobranza		X		3
Punto de equilibrio		X		10
Política financiera	X			
Independencia financiera	X			
Liquidez de la estructura	X			
Autofinanciamiento			X	3
Dependencia bancaria	X			
Movilidad del activo circulante	X			
Rentabilidad de las inversiones			X	10
	6	3	2	5

4. Suministros				
	a	b	c	L
Nivel de los inventarios			X	10
Inmovilidad de los inventarios			X	10
Movilidad de los inventarios			X	10
Importancia de suministros		X		4
Rotación de los materiales			X	4
Rotación de los créditos pasivos		X		3
Plazo medio de los créditos pasivos		X		3
	0	3	4	7

5. Fuerza de trabajo				
	a	b	c	L
H. H. trabajadas		X		7
Salario medio		X		3
Productividad del personal			X	5
Puntualidad y asiduidad		X		5
Seguridad del trabajo	X			
Protección de los obreros	X			
Proporción de los salarios		X		10
Importancia de los salarios	X			
Importancia de las prestaciones	X			
Rotación de la mano de obra		X		1
Horas de trabajo		X		7
	4	6	1	7

6. Medios de producción				
	a	b	c	L
Productividad de los medios		X		10
Costo de mantenimiento		X		3
Eficiencia del mantenimiento	X			
Intensidad de la inversión		X		10
Rentabilidad de la inversión		X		10
Grado de mecanización	X			
	2	4	0	4

7. Actividad productora				
	a	b	c	L
Estabilidad de los costos	X			
Mano de obra		X		7
Tiempo productivo		X		8
Costo de preparación		X		5
Costo de ociosidad o paro	X			
Nivel de los almacenes			X	10
Entrega de suministros	X			
Gastos de fabricación		X		10
Grado de transfor.	X			
Grado de mecaniz.	X			
Capacidad produc.		X		7
Utilización de los materiales			X	7
Eficiencia de la inspección	X			
	6	5	2	7

8. Mercadeo				
	a	b	c	L
Estabilidad del perfil de ventas	X			
Tendencia de las ventas	X			
Exactitud y precisión del presupuesto	X			
Rentabilidad de las ventas	X			
Ventas por vendedor	X			
Costo de la distribución		X		8
Costo del transporte		X		1
Costo de la promoción	X			
Costo de la investigación	X			
Aceptación del producto		X		1
	7	3	0	3

9. Contabilidad y estadística				
	a	b	c	L
Oportunidad de la información			X	9
Costo del servicio			X	9
Carga del trabajo			X	9
	0	0	3	3

10. Dirección				
	a	b	c	L
Dirección	X			
Velocidad	X			
Rentabilidad de las ventas		X		10
Rentabilidad de la empresa		X		10
Rentabilidad de las aportaciones		X		10
Rentabilidad de la fuerza de trabajo	X			
Rentabilidad de la participación pública	X			
	4	3	0	3

Cálculo de la eficiencia, deficiencia y porcentaje de influencia limitante de cada función.

1. Ambiente

$$\text{Eficiencia} = \frac{2 + 1(0.5) + 1(0.25)}{4} = 0.69 \quad \text{Deficiencia} = 0.31$$

$$\text{Limitante} = \frac{1}{2} = 0.50$$

$$\text{Función 1} = 0.50 \times 1 = 0.50$$

$$\text{Función 10} = 0.50 \times 1 = 0.50$$

2. Producto

$$\text{Eficiencia} = \frac{1 + 2(0.5) + 1(0.25)}{4} = 0.56 \quad \text{Deficiencia} = 0.44$$

$$\text{Limitante} = \frac{1}{3} = 0.33$$

$$\text{Función 1} = 0.33 \times 2 = 0.67$$

$$\text{Función 7} = 0.33 \times 1 = 0.33$$

3. Estructura financiera

$$\text{Eficiencia} = \frac{6 + 3(0.5) + 2(0.25)}{11} = 0.73 \quad \text{Deficiencia} = 0.27$$

$$\text{Limitante} = \frac{1}{5} = 0.20$$

$$\text{Función 3} = 0.20 \times 3 = 0.60$$

$$\text{Función 10} = 0.20 \times 2 = 0.40$$

4. Suministros

$$\text{Eficiencia} = \frac{0 + 3(0.5) + 4(0.25)}{7} = 0.36 \quad \text{Deficiencia} = 0.64$$

$$\text{Limitante} = \frac{1}{7} = 0.14$$

$$\text{Función 3} = 0.14 \times 2 = 0.29$$

$$\text{Función 4} = 0.14 \times 2 = 0.29$$

$$\text{Función 10} = 0.14 \times 3 = 0.42$$

5. Fuerza de trabajo

$$\text{Eficiencia} = \frac{4 + 6(0.5) + 1(0.25)}{11} = 0.66 \quad \text{Deficiencia} = 0.34$$

$$\text{Limitante} = \frac{1}{7} = 0.14$$

$$\text{Función 1} = 0.14 \times 1 = 0.14$$

$$\text{Función 3} = 0.14 \times 1 = 0.14$$

$$\text{Función 5} = 0.14 \times 2 = 0.29$$

$$\text{Función 7} = 0.14 \times 2 = 0.29$$

$$\text{Función 10} = 0.14 \times 1 = 0.14$$

## 6. Medios de producción

$$\text{Eficiencia} = \frac{2 + 4(0.5) + 0(0.25)}{6} = 0.67 \quad \text{Deficiencia} = 0.33$$

$$\text{Limitante} = \frac{1}{4} = 0.25$$

$$\text{Función 3} = 0.25 \times 1 = 0.25$$

$$\text{Función 10} = 0.25 \times 3 = 0.75$$

## 7. Actividad productora

$$\text{Eficiencia} = \frac{6 + 5(0.5) + 2(0.25)}{13} = 0.69 \quad \text{Deficiencia} = 0.31$$

$$\text{Limitante} = \frac{1}{7} = 0.14$$

$$\text{Función 5} = 0.14 \times 1 = 0.14$$

$$\text{Función 7} = 0.14 \times 3 = 0.44$$

$$\text{Función 8} = 0.14 \times 1 = 0.14$$

$$\text{Función 10} = 0.14 \times 2 = 0.28$$

## 8. Mercadeo

$$\text{Eficiencia} = \frac{7 + 3(0.5) + 0(0.25)}{10} = 0.85 \quad \text{Deficiencia} = 0.15$$

$$\text{Limitante} = \frac{1}{3} = 0.33$$

$$\text{Función 1} = 0.33 \times 2 = 0.67$$

$$\text{Función 8} = 0.33 \times 1 = 0.33$$

## 9. Contabilidad

$$\text{Eficiencia} = \frac{0 + 0(0.5) + 3(0.25)}{3} = 0.25 \quad \text{Deficiencia} = 0.75$$

$$\text{Limitante} = \frac{1}{3} = 0.33$$

$$\text{Función 9} = 0.33 \times 3 = 1.00$$

## 10. Dirección

$$\text{Eficiencia} = \frac{4 + 3(0.5) + 0(0.25)}{7} = 0.79 \quad \text{Deficiencia} = 0.21$$

$$\text{Limitante} = \frac{1}{3} = 0.33$$

$$\text{Función 10} = 0.33 \times 3 = 1.00$$

10. Los resultados de esta evaluación se anotan como los indican las tablas anexas.

FIGURA. GRÁFICA DE VALORES LIMITANTES

Factor		EFICIENCIA										CAUSA									
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.69										0.50										0.50
2	0.56										0.67							0.33			
3	0.73												0.60								0.40
4	0.36	[Barra de eficiencia]												0.29	0.29						0.42
5	0.66										0.14		0.14		0.29		0.29				0.14
6	0.67	[Barra de eficiencia]												0.25							0.75
7	0.69	[Barra de eficiencia]														0.14		0.44	0.14		0.28
8	0.85										0.67								0.33		
9	0.25	[Barra de eficiencia]																			1.00
10	0.79																				1.00
	6.25	[Barra de eficiencia]										10.00	1.98	1.28	0.29	0.43	1.06	0.47	1.00	3.49	
											1.00	0.20	0.13	0.03	0.04	0.10	0.05	0.10	0.35		

C [Barra de eficiencia]  
 Factor limitado mayor: (4) suministros  
 Factor limitante mayor: (10) dirección

Por lo que podemos concluir que esta empresa tiene un 63% de productividad o eficiencia y un 37% de deficiencia en su desarrollo, por lo que se debe actuar de inmediato para ofrecer soluciones a los factores (10) dirección determinando la causa de su ineficiencia.

11. La deficiencia de la empresa es el promedio de las deficiencias funcionales o departamentales:

$$\text{Deficiencia} = \frac{E}{10} = 3.75/10 = 0.38$$

y la eficiencia de la empresa =  $6.25/10 = 0.62$

12. El porcentaje de influencia limitante en la empresa se obtiene dividiendo el total de valores de cada columna entre la suma de estos totales.

$$1.98 + 1.28 + 0.29 + 0.43 + 1.06 + 0.47 + 1.00 + 3.49 = 10.00$$

$$1.98/10.0 = 0.20$$

$$1.28/10.00 = 0.13, \text{ etcétera.}$$

Estas cantidades se anotan en el último renglón de la gráfica de valores limitantes.

13. Se calcula el porcentaje relativo de influencia limitante de cada factor dividiendo el porcentaje de cada renglón entre la suma de cada columna. El resultado se anota en la matriz de limitaciones unitarias:

$$0.50/1.98 = 0.25$$

$$0.67/1.98 = 0.34$$

$$0.14/1.98 = 0.07, \text{ etcétera}$$

#### FACTORES LIMITANTES

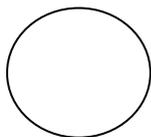
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.25									0.14
2	0.34						0.31			
3			0.47							0.11
4			0.23	1.00						0.12
5	0.07		0.11		0.67		0.27			0.04
6			0.20							0.21
7					0.33		0.42	0.30		0.08
8	0.34							0.70		
9									1.00	
10										0.30

Función limitada	Indicadores limitados por la función	Porcentaje de la influencia dirección
PRIMERA ETAPA:		
10	3. Rentabilidad de las ventas 4. Rentabilidad de la empresa 5. Rentabilidad de las aportaciones	0.30
3	4. Punto de equilibrio 11. Rentabilidad de las inversiones	0.11
1	1. Desarrollo tecnológico	0.14
	Porcentaje por corregir en la etapa	0.55
SEGUNDA ETAPA:		
5	7. Proporción de los salarios	0.04
4	1. Nivel de los inventarios 2. Inmovilización de los inventarios 3. Movilidad de los inventarios	0.12
	Porcentaje por corregir en la etapa	0.16

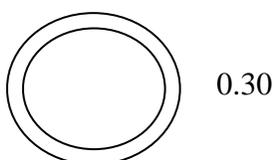
Antes de planear nuevos ajustes debe hacerse un nuevo diagnóstico para observar si los indicadores presentan cambios favorables. Si no hay cambio favorable o simplemente no hay cambio en los indicadores, significa que las medidas que se están tomando para corregir la actividad son incorrectas y por tanto debe revisarse la reorganización.

14. Se dibuja la red de limitaciones y causas utilizando como punto de partida la función más limitante. En este caso es la función 10 con un total de 0.35 según puede observarse en la gráfica de valores limitantes.

Cada función se representa con un círculo conteniendo en su interior el número asignado.



Si está autolimitada la función se dibuja un círculo doble y se marca en el exterior el porcentaje de dicha limitación.

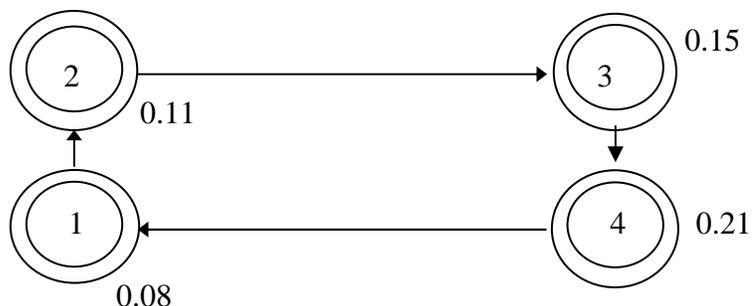


Este último valor se obtiene de la matriz de información. Se hace la conexión de las funciones limitantes con las limitadas por medio de una línea con flecha, anotando en la punta el porcentaje de influencia.



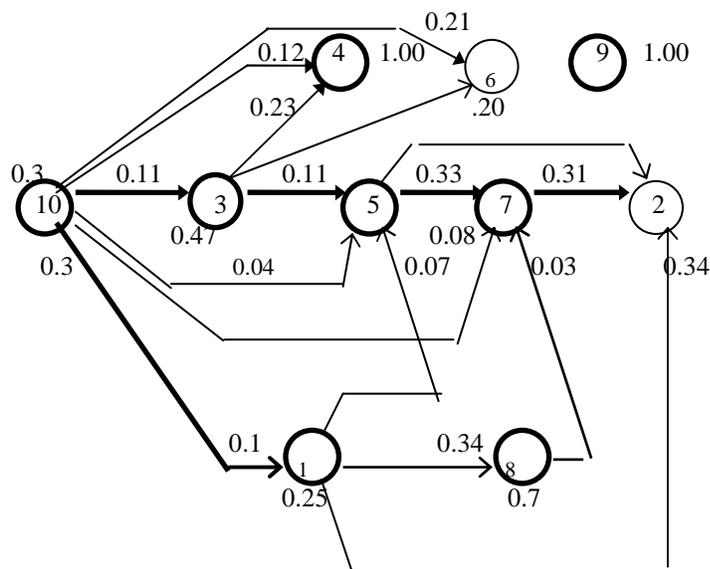
Al terminarse el dibujo de la red, pueden encontrarse dos casos:

- a) Cadenas limitantes:  
Una función limitada a una segunda; ésta limitada a una tercera y así sucesivamente. Conviene señalar con línea gruesa las conexiones que corresponden a la cadena más larga.
- b) Círculos limitantes:  
Es una cadena cerrada en donde la causa se convierte en efecto al pasar por una serie de funciones. Debe marcarse con línea gruesa.



En estos casos la acción correctiva se inicia en la función más limitante. En la figura anterior sería la función 4 con 0.21 de influencia en el círculo.

En el ejemplo que estamos desarrollando, la red de limitaciones y causas es la siguiente:



En la que podemos observar que no hay círculos limitantes, sino únicamente dos cadenas grandes de cuatro funciones cada una.

15. Se hace el proyecto de corrección de limitantes, buscando en cada unión los indicadores limitados por la causa original, en orden de aparición en la cadena.

Si la reorganización resulta muy voluminosa, puede dividirse en etapas progresivas de corrección.

Se elabora el proyecto de reorganización.

## ANÁLISIS FACTORIAL DE PRODUCCIÓN

El análisis factorial es una metodología de investigación industrial que constituye un enfoque ideal para la introducción a los estudios de los fenómenos económicos y análisis de productividad, útil en los problemas de diagnóstico, en el desarrollo de nuevos proyectos en la industria y en la cuantificación de algunas actividades.

A los factores de operación en los que se basa el análisis factorial que influyen de alguna manera en la operación de una empresa corresponde una tarea o función específica, que es asignada a un miembro del cuerpo directivo. El director de una empresa necesita

información oportuna y seleccionada que le permita conocer con una sola mirada, si algún departamento está funcionando correctamente o no.

Las actividades y funciones que corresponden a los encargados de cada uno de los factores de operación son los siguientes:

1.- Medio ambiente.

Los encargados de este factor informarán oportunamente a la empresas de los cambios que ocurren en las condiciones externas para su orientación y asimismo, informar al exterior sobre las actividades de la empresa.

Esta información debe contener básicamente:

- a) **Desarrollo Tecnológico**  
Se encargará de recopilar la información relativa a las novedades de carácter técnico y científico que se refieran a los productos, servicios, procesos, normas o prácticas administrativas relacionadas con la empresa. Esta información puede hacerse en una carpeta que contenga recortes de periódicos, revistas especializadas y otras fuentes de información. Es en ocasiones de utilidad solicitar por escrito los comentarios de los ejecutivos que se relacionan con el contenido de dicha información, tales como el Jefe de Producción, Jefe de Diseño o el Gerente de Ventas.
- b) **Desarrollo Económico**  
En la misma forma que el indicador anterior, se puede hacer un expediente con todos los comentarios en informes de carácter económico que puedan estar relacionados con la empresa.  
Deben agregarse estudios de correlación y comentarios hechos por economistas o personas especializadas en esta materia.
- c) **Tendencias Económicas Externas**  
Existe información disponible de ciertas tendencias económicas que nos pueden servir para hacer comparaciones con respecto a la evolución de la empresa y para conocer cómo nos afectan o nos pueden afectar en el futuro. Las influencias del ambiente pueden ser locales, nacionales o internacionales, pero todos ellos pueden medirse mediante una gráfica de correlación o aplicando una fórmula.

El indicador de correlación en una gráfica que mide la relación entre la causa y el efecto, teniendo en cuenta que la causa siempre será el ambiente; y el efecto, las variaciones que tendremos en nuestras actividades, principalmente en los ingresos o ventas.

## 2.- Política y Dirección (administración general)

Tiene por misión fijar a la empresa objetivos razonables, y proveerla de los medios necesarios para alcanzarlos.

En la dirección ya se están tomando decisiones de ajuste para corregir tendencias que se separan del objetivo, pero, ¿cómo está funcionando esta dirección?

Se necesita contar también con indicadores que den a conocer si la actuación del director es correcta o no.

Dos son los indicadores básicos de este departamento: la dirección o rumbo y la velocidad de trabajo o rendimiento.

### a) Dirección de la empresa

El director debe buscar un equilibrio al conducir a su empresa. Si trata de conseguir una gran productividad debe hacer grandes inversiones y por tanto la liquidez de la misma se resiste y no habrá dinero para pagar a los acreedores. En cambio, si mantiene alta la liquidez, para tener altos los créditos, la productividad de la empresa disminuye.

Para ayudar a la habilidad del administrador, gerente o director a mantener este equilibrio se sugiere la siguiente fórmula:

$$\text{Dirección} = \frac{\text{Liquidez}}{\text{Productividad}}$$

donde:

$$\text{Liquidez} = \frac{\text{Capital de trabajo}}{\text{Activo circulante}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Utilidad neta \%}}{\text{Activo total}}$$

### b) Velocidad de trabajo.

Representa el porcentaje o proporción en que se mueve el dinero y los productos dentro de un período determinado.

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Ventas netas}}{\text{Activo circulante}}$$

Además de los dos indicadores anteriores, se estudiará la rentabilidad de las inversiones hechas en la empresa.

$$\text{c) Rentabilidad de las ventas} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Ventas netas}}$$

$$\text{d) Rentabilidad de la empresa} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Capital social}}$$

- e) Rentabilidad de la fuerza de trabajo = 
$$\frac{\text{Utilidad neta}}{\text{nómina, participaciones y prestaciones a los empleados y obreros.}}$$
- f) Rentabilidad de la participación pública = 
$$\frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Impuestos al capital y al trabajo}}$$

### 3.- Productos y Procesos.

Su actividad será la de seleccionar para su producción, los artículos que al mismo tiempo que presten servicios a los consumidores, rindan beneficios a la empresa, y determinar los procesos adecuados de producción.

Los principales indicadores de este factor son:

a) Competencia

Se sugiere tener una carpeta con información de las mejoras, usos, aditamentos, volúmenes de ventas, aceptación, cambios, etc., de los productos, procesos o servicios competitivos, para obtener nuestro porcentaje de mercado.

Debe completarse con comentarios sobre las ventajas y las desventajas de estos mismos productos, proporcionados por la gerencia de ventas, vendedores, distribuidores y, si es posible, de nuestros propios clientes.

Agréguense conclusiones y sugerencias para mejorar nuestros propios productos.

b) Rentabilidad del producto

Con objeto de mantener fijas las unidades de medida, el estudio de rentabilidad del producto se hará mediante la técnica de análisis marginal o de conteo directo. Esta técnica consiste en considerar como costo del producto sólo el que sea directamente proporcional tanto a la fabricación como a la distribución, evitando los gastos de fabricación llamados también gastos indirectos. La rentabilidad del producto es el porcentaje de utilidad o margen sobre el precio de venta. Se expresa en tanto por uno.

De esta cantidad de margen se toma lo necesario para cubrir los gastos fijos de fabricación, distribución y administración, o sea los gastos de estructura, y la diferencia representa la utilidad neta de la empresa.

c) Control de Calidad

El control de calidad se puede llevar por variables o por atributos. El primero se refiere a los productos medibles y el segundo a los que deben llenar

determinadas características que, al carecer de ellas, se convierten en defectuosos.

Las principales gráficas para estos dos grupos son: la gráfica de medida y rangos, y la gráfica por fabricación defectuosa.

d) Indicador de rechazos

Todo gerente y administrador sabe la importancia de controlar el rechazo de sus productos por los clientes. Se necesita evitar al motivo que producen las devoluciones de ventas ya efectuadas. Para esta situación contamos con un indicador de rechazos que nos señala la tendencia de los mismos y que nos permite tomar mejores decisiones.

En este estudio lo que nos interesa es conocer el movimiento o tendencia del punto de equilibrio el cual llevamos en forma anual, semestral o mensual a la gráfica respectiva.

e) Política financiera

Desconocer la proporción general del activo y del pasivo de la empresa. No se puede dar una estructura tipo, por lo que cada institución debe buscar la que le sea más adecuada a sus características.

$$I = \frac{\frac{\text{Obligaciones a corto plazo}}{\text{Obligaciones a largo plazo}}}{\frac{\text{Activo circulante}}{\text{Activo fijo}}}$$

f) Independencia financiera

Con este indicador se estudia el grado de independencia que se tiene con respecto al financiamiento de las operaciones de la empresa.

$$I = \frac{\text{Capital contable}}{\text{Activo total}} \%$$

4.- Financiamiento.

La persona encargada de este factor tendrá que proveer de los recursos monetarios adecuados por su cuantía y origen, para efectuar las inversiones necesarias, así como para desarrollar las operaciones de la empresa.

Los indicadores de este aspecto nos darán por tanto el equilibrio que debe haber en las finanzas de la empresa, representado por la disponibilidad de dinero y la oportunidad de nuestros pagos a los acreedores.

a) Indicador del Capital de Trabajo

Este representa el porcentaje de los bienes circulantes no comprometidos con respecto al activo circulante.

Al restar el pasivo a corto plazo al activo circulante (para producción es igual al capital de trabajo), te quedan los valores libres de compromiso, o sea el capital de trabajo.

Conviene presentar el conjunto de valores liberados a base de porcentajes, en orden de realización, en un estado de capital de trabajo. El indicador lo obtenemos como sigue:

$$I = \frac{\text{Capital de trabajo}}{\text{Activo circulante}} \%$$

La política financiera puede ser la de maximizar el capital de trabajo o bien la de mantenerlo en un nivel adecuado.

La inspección continua a este indicador de capital de trabajo ayuda a mantener el equilibrio de las cuentas por pagar.

b) Indicador de cartera

Conviene tener un indicador que muestre mensualmente la tendencia de las cifras que representan las cuentas no cobradas por antigüedad de saldos vencidos, así como el número de clientes que se encuentran retrasados en sus pagos.

c) Indicador de cobranzas

Este indicador nos muestra el porcentaje de eficiencia del departamento de cobranzas y se calcula con el porcentaje que representa la cantidad cobrada mensualmente con respecto a la facturación. Antigüedad de saldos.

d) Indicador del punto de equilibrio.

Da a conocer el porcentaje de las ventas que se requieren para cubrir los gastos fijos o de estructura de la empresa.

$$I = \frac{\text{Punto de equilibrio}}{\text{Ventas totales}}$$

$$Pe = \frac{\text{Gastos fijos}}{\text{*Margen en porcentaje}} = \frac{E}{Hp}$$

\*Margen = Ventas - Costo de Ventas

Pe = punto de equilibrio

e) Grado de autofinanciamiento

Muestra el porcentaje de las utilidades reinvertidas en la empresa con base al capital social.

$$\text{Autofinanciamiento} = \frac{\text{Reservas de capital}}{\text{Capital social}}$$

Debe buscarse el ascenso en la tendencia, ya que se trata de una gráfica de maximización.

f) Dependencia bancaria

Es conveniente conocer el grado de dependencia que se tiene con los bancos para mantener el equilibrio durante el crecimiento natural de la empresa.

$$\text{Dependencia bancaria} = \frac{\text{Créditos bancarios}}{\text{Activo total}}$$

Esta es una gráfica de estabilización.

g) Movilidad del activo circulante

Señala la proporción de los bienes se operación con base en la inversión total.

$$\text{Movilidad} = \frac{\text{Activo circulante}}{\text{Activo total}}$$

También es una gráfica de estabilización.

h) Estabilidad de las inversiones

Puede hacerse una comparación de la rentabilidad del activo total, del capital contable o inversiones de la empresa, y del capital social o inversión de los socios. En virtud de que se trata de utilidades, la gráfica es maximización.

5.-Medios de producción.

Las personas encargadas de este factor deberán tener conocimiento de maquinaria y equipo de la rama sobre la que se está trabajando y, además, conocer sobre terrenos, edificios e instalaciones para poder dotar a la empresa y ésta efectúe sus operaciones eficientemente.

Desde el punto de vista de manejo de la empresa, existen tres divisiones:

I Personal

II Bienes

III Servicios

Los siguientes indicadores mantienen al tanto de lo que suceda con las inversiones:

a) Productividad de los medios de producción

Señala la cantidad de producción lograda por cada hora-máquina.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción (unidades)}}{\text{Horas-máquina}}$$

## b) Mantenimiento

Indica el costo de mantenimiento por cada peso gastado en la producción, en un período determinado.

$$\text{Mantenimiento} = \frac{\text{Costo de mantenimiento}}{\text{Costo de producción}}$$

## c) Estado del activo fijo

Este indicador debe compararse con el resultado de ejercicios anteriores. Señala la cantidad gastada en mantenimiento y reparación por cada peso en activo fijo.

$$\text{Estado del activo fijo} = \frac{\text{Costo de reparación y mantenimiento}}{\text{Activo fijo}}$$

## d) Intensidad de la inversión

Representa la cantidad invertida en la estructura general por cada peso invertido en la empresa.

$$\text{Intensidad} = \frac{\text{Activo fijo}}{\text{Activo total}}$$

## e) Grado de mecanización

Muestra los pasos que da la empresa hacia la automatización y la velocidad con que lo logra.

$$\text{Mecanización} = \frac{\text{Maquinaria y equipo}}{\text{Activo total}}$$

## 6.- Fuerza de trabajo.

El personal encargado de este punto seleccionará y adiestrará personal idóneo y lo organizará tratando de alcanzar la óptima productividad en el desempeño de sus labores.

La fuerza de trabajo o personal de la empresa es uno de los puntos clave para lograr la máxima productividad en la compañía.

Debemos concentrar la atención en los indicadores que nos muestran no sólo la cantidad de trabajo y ociosidad, sino el grado de satisfacción que tienen los empleados al desempeñar sus actividades.

## a) Indicador de las horas-hombre trabajadas

Da a conocer los cambios en la fuerza de trabajo ocupada. Se usa cuando hay grandes variaciones en la capacidad de horas-hombre instalada con el tiempo trabajado efectivamente.

## b) Salario medio

$$\text{Salario medio} = \frac{\text{Salario pagado}}{\text{horas-hombre trabajadas}}$$

## c) Índices de productividad

La productividad es la proporción dinámica de la producción y sus insumos o componentes.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumo}}$$

También la productividad la podemos medir observando el desarrollo de la proporción, lo logrado y lo programado.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Logrado}}{\text{Programado}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Realizado}}{\text{Presupuestado}}$$

Otra de las formas es la que mide la producción lograda con las horas-hombre trabajadas.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{hora-hombre trabajadas}}$$

## d) Ausentismo

Este indicador señala además del porcentaje de horas ausentes, el grado de inconformidad que tienen los trabajadores con las políticas internas de la empresa.

$$\text{Ausentismo} = \frac{\text{horas-hombre ausentes}}{\text{horas-hombre trabajadas}}$$

## e) Índice de frecuencias de accidentes

Muestra la frecuencia con que se presentan los accidentes en relación al tiempo trabajado.

$$\text{Frecuencia de accidentes} = \frac{\text{Núm. de accidentes con incapacidad} \times 1'000,000}{\text{horas-hombre trabajadas}}$$

f) Rotación de mano de obra =  $\frac{\text{número de trabajadores separados}}{\text{número promedio de trabajadores}}$

$$g) \text{ Ventas por trabajador} = \frac{\text{ventas totales}}{\text{número de trabajadores}}$$

Existen más indicadores que se pueden elaborar dependiendo de las necesidades.

#### 7.- Suministros.

Esta persona se encargará de que la empresa tenga un suministro continuo de materiales y servicios de calidad a precios convenientes.

La existencia de materia prima, productos en proceso y productos terminados en los almacenes respectivos, se justifica por la necesidad de tener una protección adecuada para la producción o distribución. Pero no es conveniente tampoco tener grandes cantidades de materias primas o producto terminado por los riesgos que se corren: pérdidas, robos, incendios, obsolescencia, etc.

Debe hacerse un estudio técnico y económico para determinar el punto de equilibrio de los riesgos que supone la existencia en los almacenes.

##### a) Movilidad de los inventarios

Presenta la tendencia del nivel de los inventarios con base en la inversión propia, o sea el capital contable.

$$\text{Movilidad de los inventarios} = \frac{\text{Inventarios}}{\text{Capital contable}}$$

$$b) \text{ Importancia de los suministros} = \frac{\text{Costos de la materia prima y materiales}}{\text{Costos de fabricación}}$$

$$c) \text{ Rotación de los materiales} = \frac{\text{Materia prima empleada en el mes}}{\text{Inventario de materia prima en el mes}}$$

##### d) Entrega de suministros

$$\text{Entrega} = \frac{\text{Días de entrega de proveedores}}{\text{Días de producción}}$$

#### 8.- Actividad productora.

Organizará y efectuará las operaciones de producción en forma eficiente y económica. Algunos de los indicadores pueden ser:

##### a) Utilización de la capacidad productora

Puede medirse mediante cualquiera de los siguientes indicadores:

$$I \quad \frac{\text{Cantidad física de artículos (Producción)}}{\text{Capacidad instalada en la empresa}} \quad (\text{Producción en un intervalo de tiempo})$$

## II Tiempo real de trabajo Tiempo óptimo de trabajo

- b) Utilización de los materiales =  $\frac{\text{Desechos y desperdicios}}{\text{Materia prima}}$   
(porcentaje de merma)

Debe buscar una tendencia a la minimización.

### 9.- Mercadeo.

Se encargará de adoptar las medidas que garanticen el flujo continuo de los productos al mercado y que proporcionen el óptimo beneficio tanto a la empresa como a los consumidores.

Los indicadores para ver el perfil de la empresa con este factor son:

- a) Tendencia  
Se gráfica la tendencia de las ventas y se calcula matemáticamente de acuerdo a la fórmula:

$$y = a x + b$$

- b) Rentabilidad de las Ventas =  $1 - \frac{\text{Gastos fijos}}{\text{Ventas-Gastos Variables}}$
- c) Influencia de la distribución =  $\frac{\text{Gastos de ventas y distribución}}{\text{Costo de lo vendido}}$
- d) Influencia de la Ubicación =  $\frac{\text{Gastos de transporte y acarreo}}{\text{Costo de lo vendido}}$
- e) Influencia de la propaganda =  $\frac{\text{Gastos de propaganda y promoción}}{\text{Ventas netas}}$
- f) Proporción de devoluciones =  $\frac{\text{Valor de la mercancía de vuelta}}{\text{Ventas netas}}$

### 10. Contabilidad y Estadística.

Deberá establecer y tener en funcionamiento una organización para la recopilación de datos, particularmente financieros y de costos, con el fin de mantener informada a la empresa de los aspectos económicos de sus operaciones en forma oportuna fácil de analizar a un bajo costo. Las funciones mal desempeñadas dan lugar a que, incluso las colaboraciones más perfectas, sean ineficaces. Al analizar detalladamente las operaciones de una empresa se descubre por regla general, que una falla en el desempeño de una o de varias de estas funciones origina la ineficacia de toda la empresa.

Esto pone en relieve que todas las funciones de una empresa deben ser cumplidas de tal modo y en tal grado, que contribuyan con su parte adecuada y específica a la tarea común. Las funciones defieren en importancia o “peso” de acuerdo con su relativa contribución al total. El director debe escoger los factores que sean necesarios a su empresa y también puede idear nuevos indicadores si es que necesita alguna información especial.

Los indicadores de los factores han sido diseñados para recibir información el final de cada período, acumularse en forma estadística a la de períodos anteriores y presentar la tendencia respectiva. Una información estática no servirá para tomar medidas correctivas ni sería fácil su interpretación administrativa.

Los indicadores no dicen el por qué está mal el funcionamiento de una actividad o trabajo, sino sólo señalan la anomalía y cuando ésta se presenta el Gerente de Administración y Finanzas debe pedir mayor información o hacer personalmente una investigación minuciosa para determinar las causas de la irregularidad.

Tomando en consideración la inflación podemos resumir que:

1.- Medio ambiente.

Al verse afectadas las influencias externas como son los aspectos económicos y los sociales por el alza de precios, por la especulación y acaparamiento de la mercancía, por efecto de la inflación se alterará gradualmente este factor y no será lo mismo si consideramos esta alteración en la Economía.

2.- Política y dirección.

Será afectada grandemente ya que las políticas serán de menor duración y la planeación será a corto plazo por las variaciones que existen en la Economía externa que vendría a efectos indudablemente a la economía interna de una empresa.

3.- Productos y Procesos.

Se verá afectada por la inflación ya que se tenderá en este momento más que nunca a mejorar el diseño, la calidad y la productividad para poder seguir siendo competitivos en la rama donde se esté desarrollando.

Los productos no básicos se verán afectados en cuanto a la disminución en la demanda, por el alza de los precios en los artículos básicos. Ya que la demanda del mercado está en la función del precio, y esta relación será inversa, es decir que a mayor precio, menor será la cantidad demandada.

4.- Financiamiento.

El financiamiento se verá afectado ya que si las perspectivas a largo plazo son de una elevación del nivel de precios, el incentivo para el ahorro puede verse seriamente debilitado. Las tasas de interés se elevarán drásticamente, debido a

un descenso de ahorro real y a la expectativa de elevación de los precios, entonces la inversión y el crecimiento se demorará.

5.- Medios de producción.

No podemos ignorar el factor inflación al hacer un análisis o evaluación de estos medios, ya que al igual que los productos se verán afectados, porque los individuos tienden a convertirse en este momento, en especuladores o a aumentar su propensión al consumo y entonces el crecimiento económico se verá seriamente reprimido.

6.- Fuerza de trabajo.

Este aspecto es uno de los más afectados por la inflación. En muchas industrias la escala de salarios se basa en el costo de la vida. En caso de que éste se eleve, los salarios aumentan automáticamente. Esto induce a su vez a los empresarios a elevar los precios.

Como consecuencia de esto se eleva el costo de las cosas que adquieren los agricultores, el índice de paridad y los precios agrícolas se elevan, de forma que el costo de la vida se eleva de nuevo y los salarios deben elevarse otra vez.

Un aumento muy divulgado de salarios y precios de las grandes industrias puede sugerir posteriores elevaciones en otros sectores.

Es por ello que la caída del empleo es debida a la presión monopolista sobre los precios y los salarios.

7.- Suministros.

Los consumidores e inversionistas al ver la tendencia de la inflación se anticipan a posteriores elevaciones de precios e intensifican su demanda de bienes y servicios. Ya que los aumentos de precios resultantes provocan un estado de participación para cambiar monedas por mercancías, aceleran asimismo su ritmo para la acumulación de stocks, y su programa de inversión de capital para anticiparse a la esperada elevación del costo de los materiales y máquinas.

8.- Actividad productora.

La inflación perjudica a la producción ya que sustituye la industria y la austeridad por el atesoramiento y la especulación y si también han sido afectados los suministros y la fuerza de trabajo que son parte de la actividad productora estaría de más contradecir que no se ve afectada.

9.- Mercadeo.

En el momento en que existe un grado muy alto de inflación ya no se puede garantizar un flujo continuo de productos a no ser que se trate de un producto de primera necesidad, en caso contrario, quizás no se justifiquen los altos costos de distribución de propaganda, etc.

#### 10.-Contabilidad y Estadística.

Se verán afectadas por la inflación si no están debidamente informados y sus técnicos no son los más actualizados.

El resultado final de todas estas anomalías causadas por la inflación traen consigo el enfrentamiento de la sociedad contra sí misma, y las instituciones políticas se someten a una intolerable tensión.

### BIBLIOGRAFÍA

AGUSTÍN MONTAÑO G.

Diagnóstico industrial

Editorial Trillas, 1978. México

ALFRED W. KLEIN y NATHAN GRABINSKY

El análisis factorial

Banco de México, S.A.

Investigaciones Industriales

Sexta edición, 1976

RUBÉN MÚJICA VÉLEZ

La inflación: aspectos ideológicos y políticos

Editorial Fondo de Cultura Económica, 1976.

#### **Estudio de métodos**

Conjugar adecuadamente los recursos económicos, materiales y humanos, origina incrementos en la productividad, partiendo de las premisas de que en todo proceso siempre se encuentran mejores posibilidades de solución.

#### **Simplificación del trabajo**

Antes de que existieran las grandes empresas como las de ahora, la producción era escasa y no cubría las necesidades de un número de consumidores cada día más grandes. Con el tiempo la invención de nuevos métodos de producción minimizó los problemas y el número de centros productivos se extendió aumentando las fuentes de trabajo.

En tanto los métodos de producción se mejoraban se hizo necesaria la mejora de los métodos administrativos. Por medio del estudio de movimientos se puede analizar cualquier trabajo buscando la simplificación del mismo.

La aplicación de este método es sencilla pero se debe de tomar en cuenta que siempre que se trate de simplificar cualquier operación es necesario cambiar el método de trabajo.

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

1. Tener una mente abierta
2. Cuestionarse frecuentemente

3. Trabajar sobre las causas no sobre los efectos
4. Trabajar sobre los hechos no sobre las opiniones
5. Eliminar el miedo a la crítica
6. Vencer la resistencia al cambio

Se entiende por simplificación del trabajo, “un método sistemático para la aplicación organizada del sentido común con el objeto de identificar y analizar los problemas del trabajo, desarrollar métodos más fáciles y mejores para hacer las cosas e instalar las modificaciones resultantes”.

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

- Mejorar los procesos, procedimientos y disposición de fábrica taller o lugar
- Economizar el esfuerzo humano
- Aumentar la seguridad y crear mejores condiciones de trabajo

### **Procedimientos del estudio del trabajo**

Este método consta de los siguientes pasos:

1. Seleccionar el trabajo
2. Registrar los detalles del mismo y analizar esos detalles
3. Desarrollar el nuevo método para hacer el trabajo
4. Adiestrar a los operarios en el nuevo método

### **Seleccionar el trabajo**

La selección puede hacerse:

- a) Desde el punto de vista humano. Los primeros trabajos cuyo método debe mejorarse son los de mayor riesgo de accidentes.
- b) Desde el punto de vista económico. En segundo lugar se debe dar preferencia a los trabajos cuyo valor represente un alto porcentaje sobre el costo del producto.

Se elegirán también los trabajos de gran repetición, y dentro de los trabajos repetidos, se deben preferir a los de larga duración, los que ocupen máquinas de mayor valor o manejadas por operarios mejor pagados.

Finalmente se seleccionarán los trabajos que sean cuellos de botella y retrasen el resto de la producción. También los trabajos claves de cuya ejecución dependen otros.

### **Registrar los detalles del trabajo**

No hay que perder de vista que el registro de todos los hechos y detalles del trabajo se hace con el fin de analizarlos y no sólo por obtener una historia o cuadro de como se están haciendo las cosas. Por lo tanto, el registro debe estar en forma tal que facilite el análisis; además, como los trabajos que se pueden seleccionar en una industria son procesos u operaciones, ya existen formas especiales diseñadas según el tipo de trabajo.

Para un adecuado registro se utilizan los diagramas de proceso de operaciones, los de proceso de flujo de recorrido los de hilos, los diagramas hombre-máquina y los diagramas bimanuales.

### **Análisis de los detalles**

Las preguntas que deben hacerse para un adecuado análisis de los detalles son las siguientes:

- ¿Por qué se hace cada detalle?
- ¿Cuándo debe hacerse el detalle?
- ¿Quién debe hacer el detalle?
- ¿Cómo se hace el detalle?

Además de este criterio estrictamente analítico, el estudio del método exige que esta mentalidad investigue las causas y no los efectos, registre los hechos, no las opiniones y tome en cuenta las razones, no las excusas.

### **Desarrollo de un nuevo método para hacer el trabajo**

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

- Eliminar. Si las primeras preguntas por qué y para qué pudieron contestarse en forma razonable, quiere decir que el detalle bajo análisis no se justifica y debe ser analizado.
- Cambiar. Las respuestas a las preguntas cuándo, dónde y quién puede lograr que se cambien las circunstancias de lugar, tiempo y persona en que se ejecuta el trabajo.
- Cambiar y reorganizar. Si se tuvo la necesidad de cambiar algunas de las circunstancias bajo las cuales se ejecuta el trabajo, generalmente surgirá la necesidad de cambiar algunos detalles y reorganizarlos para obtener una secuencia más lógica.
- Simplificar. Todos aquellos detalles que no hayan podido ser eliminados, posiblemente puedan ser ejecutados en una forma más fácil y rápida. La respuesta a la pregunta cómo, llevará a simplificar la forma de ejecución.

### **Aplicación del nuevo método.**

Antes de instalar una mejora es necesario tener la seguridad de que la solución es práctica bajo las condiciones de trabajo en que va a operar. Para no olvidar nada se debe hacer una revisión de la idea. Esta revisión deberá incluir como partes fundamentales todos los aspectos económicos y de seguridad, así como otros factores: calidad del producto, cantidad de fabricación del producto, etc.

Si se logra el entendimiento y la cooperación de la gente, disminuirán enormemente las dificultades de implantación y prácticamente se asegurará el éxito. Recuérdese que la cooperación no se puede exigir, se tiene que ganar.

## **SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LOS DIAGRAMAS**



### **OPERACIÓN**

Decimos que hay operación cuando se modifica intencionalmente las características físicas o químicas, cuando se monta o desmonta con relación a otro objetivo, cuando se prepara para una operación siguiente, cuando se completa o produce algo.



### **INSPECCIÓN**

Decimos que hay inspección cuando un objeto es examinado para fines de supervisión para comprobar cantidad o calidad de sus propiedades. La inspección no contribuye a la conversión del producto terminado. Sirve para comprobar si una actividad ha sido terminada correctamente en lo que se refiere a cantidad o calidad.



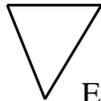
### **TRANSPORTE**

Hay transporte cuando un objeto es trasladado de un lugar a otro, salvo que sea trasladado dentro de una operación o inspección usamos el símbolo de transporte siempre que haya manipulación del material o desplazamiento del operario.



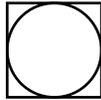
### **DEMORA**

Hay demora con relación a un objeto cuando las condiciones no permiten la ejecución de la acción prevista siguiente, se le llama también almacenamiento temporal, abandono momentáneo o almacenamiento no registrado.



### **ALMACENAMIENTO**

Existe almacenamiento cuando un objeto es guardado y protegido contra el traslado no autorizado del mismo. La diferencia entre almacenamiento y almacenamiento temporal existe en que para sacar un artículo que está en almacenamiento se necesita un vale o autorización que no existe en el temporal.



### **ACTIVIDAD COMBINADA**

Cuando se desea expresar actividades ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario, se combinan los símbolos de estas actividades.

## **ANÁLISIS DE MÉTODOS DE TRABAJO POR MEDIO DE DIAGRAMAS**

En el estudio de métodos es de gran utilidad el empleo de diversos diagramas, dado que por medio de ellos podemos conocer características del proceso productivo. El empleo de diagramas nos sirve para:

- a) Saber cómo, con qué y cuánto tiempo se elabora un producto o serie de productos.
- b) Comparar la eficiencia de varios métodos en igualdad de condiciones.
- c) Repartir la tarea dentro de grupos de trabajo.
- d) Conocer el recorrido que siguen los materiales y operarios para un proceso o producto dado.

Para la colaboración de los diagramas es necesario que primero se observe perfectamente el proceso y se tomen tantas notas como sea necesario, excepto cuando se

intente la elaboración del diagrama de un método propuesta pues en este caso se requiere primero una investigación exhaustiva y posteriormente mucho trabajo de gabinete.

## OPERACIONES DEL PROCESO O CURSOGRAMA SINÓPTICO

Esta es una actividad que debe contar con un gráfico que nos permita observar de una sola hojeada la totalidad del proceso.

El cursograma sinóptico es la representación gráfica de la sucesión de todas las operaciones e inspecciones de que consta el proceso, con indicaciones de los puntos de entrada de los materiales.

Responde a la pregunta ¿cómo se realiza?, se utilizan únicamente los símbolos de operación e inspección sin tomar en cuenta quién y dónde se ejecuta, suele indicarse adjunto a cada símbolo el tiempo asignado para realizar esa actividad.

Se comienza con una línea vertical a la derecha de la hoja para indicar las operaciones e inspecciones del elemento principal, el tiempo de la actividad se ubica a la izquierda de cada símbolo y en hoja aparte se da explicación breve de la operación o inspección indicada, la máquina o herramienta utilizada. Es muy importante la forma de numerar ya que nos va a indicar la forma de armado.

## CURSOGRAMA ANALÍTICO

En este diagrama se va señalando el curso que sigue el material, el operario o el equipo; pero no simultáneamente, diferenciando con precisión de que actividad se trata (operación, inspección, transporte, almacenamiento o demora). Al final se contabiliza cuantas ocasiones se lleva a cabo cada actividad, que tiempo total se emplea y que distancia se recorre.

## DIAGRAMA DE FLUJO (DE RECORRIDO)

Este diagrama concierne básicamente en un plano a escala del lugar conteniendo la maquinaria y equipo en su lugar preciso, no se considera que tipo de actividad se realice en cada centro de trabajo, tan sólo, el recorrido que sigue el material u operario. El diagrama nos ayuda a conocer que pasillos se congestionan o las distancias que se recorren.

## DIAGRAMA DE RECORRIDO

Este diagrama se realiza cuando se requiere completar la información del diagrama de flujo y no es más que la información de los símbolos conocidos para expresar las actividades en los diferentes puntos de parada que indique el proceso, se requiere hacer este diagrama en forma tridimensional.

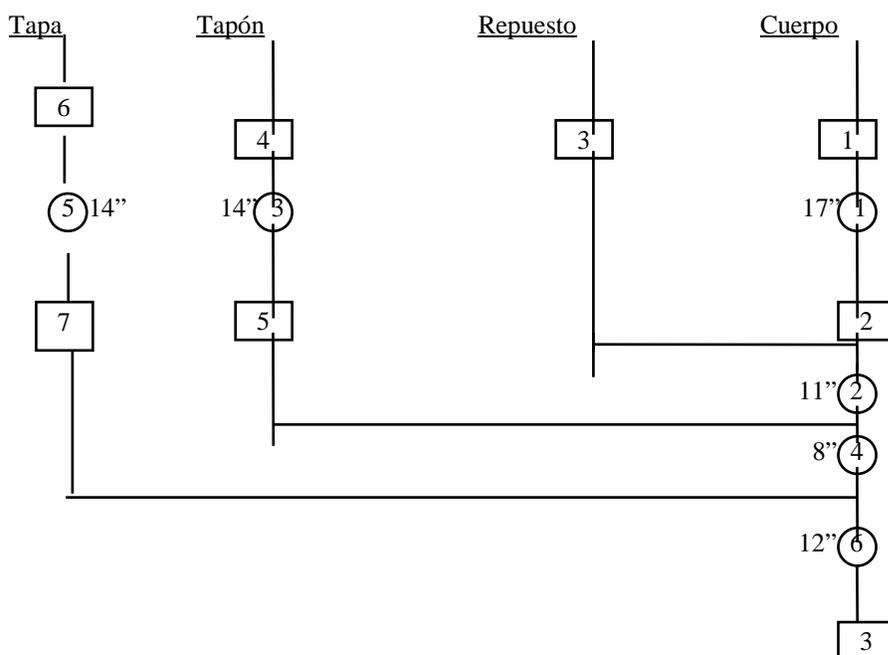
## RECOMENDACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS

1. Los detalles que figuren en el diagrama deberán realizarse mediante la observación directa, sólo cuando se trate de la elaboración del método propuesto se deberá hacer de memoria.
2. Los diagramas deben realizarse con mucho detalle, pues deben tener el concepto con toda precisión debido a que con estos se explicará a personas de diferentes niveles y cualquier omisión puede causar una impresión desafortunada en cuanto al estudio de métodos.
3. Para que el estudio de movimientos sirva de referencia deberá ser lo más completo y explícito posible.

Todos los diagramas deben llevar un encabezado el cual debe contener la siguiente información:

- Fecha de observación
  - Fecha de realización
  - Empresa
  - Operario
  - Observador
  - Producto
  - Máquina
  - Área o departamento
  - Observaciones (eventos ocurridos)
  - Resumen
- Periodo de observación  
 Quién lo realizó

La elaboración y lectura del diagrama es de derecha a izquierda y de arriba hacia abajo, se recomienda dividirlo por componentes.



Resumen: cantidad de operaciones e inspecciones y un total de tiempo no completo ya que no hay toma de tiempo de inspección.

#### PARA APLICAR UN NUEVO MÉTODO

- 1.- Saber vender la idea.
- 2.-
  - a) El diagrama propuesto debe ser limpio, explícito, completo, evidente, contundente con un espacio para aprobación.
  - b) Debe contener costos de materiales, mano de obra, gastos generales.
  - c) Economías esperadas.
  - d) Aumentos de la producción (porcentaje de aprovechamiento la capacidad instalada).
  - e) Reducción de desperdicios.
  - f) Aumento de calidad.
  - g) Aumento de seguridad.
  - h) Necesidades de inversión.
  - i) Costo de implantación del nuevo método.
  - j) Acciones ejecutivas necesarias para implantar el nuevo método.
  - k) Calendario de la implantación (ruta crítica, diagrama de barras, diagrama de Gantt).

#### RECOMENDACIONES AL ANALISTA DEL TRABAJO

Antes de iniciar el estudio, el especialista deberá explicar con mucho cuidado su cometido al ingeniero encargado o al jefe del taller o al supervisor.

1. Nunca se darán instrucciones directamente a los trabajadores, siempre debe ser por medio del supervisor, excepto cuando se trate del perfeccionamiento de métodos y el supervisor haya dicho que siga nuestras instrucciones.
2. A los obreros que consulten con el analista cuestiones ajenas a la técnica del estudio deberán remitirse al supervisor.
3. Nunca deberán expresarse frente al obrero opiniones que puedan interpretarse como críticas al supervisor.
4. Nunca se permitirá que el supervisor u obrero nos utilice como juez en aspectos del trabajo cotidiano.
5. Se solicitará el asesoramiento del supervisor para elegir los trabajos y obreros que se estudiarán así como para los asuntos técnicos relacionados con el proceso de fabricación.
6. Al comienzo de cada estudio o investigación el especialista deberá ser presentado por el supervisor a todo el personal involucrado, nunca deberá presentarse por sí mismo.

## RECORRIDO Y MANIPULACIÓN DE LOS MATERIALES

### 1. Disposición de la fábrica

Cuando se efectúa un estudio de métodos, invariablemente llega un momento en que conviene proceder a un examen crítico de la trayectoria que siguen los operarios y los materiales a través de la fábrica o zona de trabajo y observar la disposición de la fábrica. Son muchas las fábricas, en efecto, donde se nota la mala concepción de la disposición inicial o donde a medida que la empresa se ampliaba o cambiaba algunos de sus productos o procesos de fabricación se fueron añadiendo máquinas, equipo u oficinas en los espacios libres. En otras quizá se hayan hecho cambios pasajeros para superar una situación de emergencia, por ejemplo, el repentino aumento de la demanda de determinado producto, pero después los cambios fueron perdurando para siempre, aunque ya había desaparecido la situación que los había provocado. El resultado práctico es que el material y los trabajadores siguen con frecuencia una larga y complicada trayectoria durante el proceso de elaboración, con la consiguiente pérdida de tiempo y energía y sin que se agregue nada al valor del producto. Por lo tanto, mejorar la disposición de la fábrica es una de las funciones del especialista en estudio del trabajo.

Determinar la disposición de una fábrica, existente o en proyecto, es colocar las máquinas y demás equipo de manera que permita a los materiales avanzar con mayor facilidad, al costo más bajo y con el mínimo de manipulación, desde que se reciben las materias primas hasta que se despachan los productos acabados

### 2. Breve comentario sobre la disposición de la fábrica

Existen cuatro sistemas principales de disposición, en la práctica pueden encontrarse en algunas empresas combinaciones de dos o más sistemas. Estos sistemas, ilustrados en la siguiente figura son:

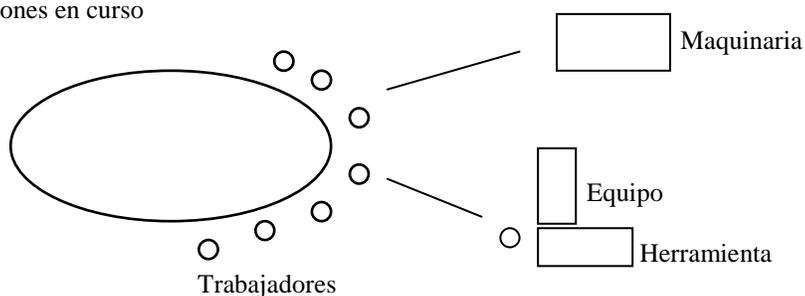
1. Disposición con **componente principal fijo**, en que el material que se debe elaborar no se desplaza en la fábrica, sino que permanece en un sólo lugar, y por lo tanto toda la maquinaria y demás equipo necesarios se llevan hacia él. Se emplea cuando el producto es voluminoso y pesado y sólo se producen pocas unidades al mismo tiempo. Ejemplos típicos de este sistema son la construcción de buques, la fabricación de motores Diesel o motores de grandes dimensiones y la construcción de aviones.
2. Disposición por **proceso o función**, en que todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas. En la industria de la confección, por ejemplo, el corte del tejido se hace en una zona, el cosido o pespunte en otra, el acabado en una tercera y así sucesivamente. Este sistema de disposición se utiliza generalmente cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se produce un volumen relativamente pequeño de cada producto. Por ejemplo, fábricas de hilados y tejidos, talleres de mantenimiento e industrias de confección.
3. Disposición por **producto o en línea**, vulgarmente denominada «producción en cadena». En este caso, toda la maquinaria y equipo necesarios para fabricar

determinado producto se agrupan en una misma zona y se ordenan de acuerdo con el proceso de fabricación. Se emplea principalmente en los casos en que existe una elevada demanda de uno o varios productos más o menos normalizados. Ejemplos típicos son embotellado de gaseosas, montaje de automóviles y enlatado de conservas.

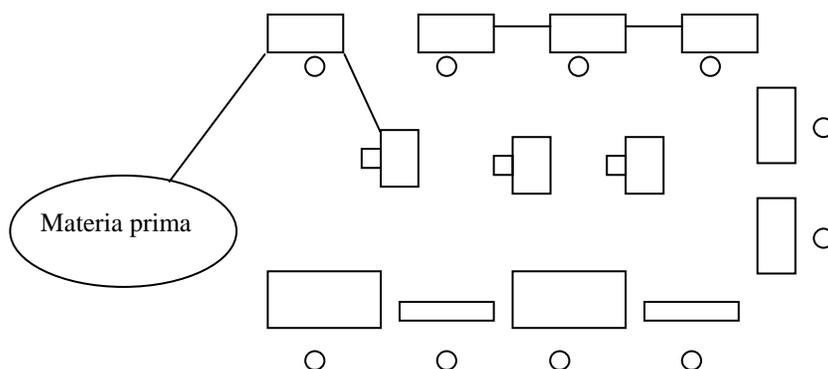
4. Disposición por **grupo** o que posibilita la aplicación de métodos de producción por grupos. Recientemente, en un esfuerzo para aumentar la satisfacción en el trabajo, varias empresas han distribuido sus operaciones de un nuevo modo: el equipo de operarios trabaja en un mismo producto y tiene a su alcance todas las máquinas y accesorios necesarios para completar su trabajo. En dichos casos los operarios se distribuyen el trabajo entre sí, normalmente intercambiándose las tareas.

#### COMPONENTE PRINCIPAL FIJO

Operaciones en curso



#### DISTRIBUCIÓN POR PROCESO



Una vez conocidos estos sistemas de disposición, se puede pasar a analizar el recorrido de los materiales en la fábrica. En algunas situaciones puede modificarse rápidamente el rendimiento cambiando el sistema de disposición. Así es, en particular, cuando se transforma la disposición por función en disposición en línea para uno o más productos cuya producción ha aumentado considerablemente.

En la mayoría de los casos, sin embargo, antes de decidir cambiar la disposición es necesario efectuar un cuidadoso análisis del recorrido de los materiales, dado que, por lo

general, tal cambio resulta costoso y la dirección no lo aprobará a menos que esté convencida de que efectivamente reportará economías.

### 3. Diseñar la mejor disposición posible

Al diseñar la disposición de una fábrica o zona de trabajo deben adoptarse las siguientes medidas:

1. Determinar el equipo y maquinaria necesarios para la fabricación en función del tipo de producto o productos.
2. Fijar el número de unidades de cada máquina y tipo de equipo necesarias para fabricar cada producto en función del volumen de ventas (basado en previsiones de ventas).
3. Determinar el espacio necesario para la maquinaria calculando las dimensiones de cada máquina y multiplicándolas por el número de máquinas requeridas.
4. Prever espacio para almacenes (tanto para materias primas como para productos acabados), productos en curso de fabricación y equipo para la manipulación de materiales.
5. Prever también espacio adicional para servicios auxiliares (cuartos de aseo, vestuarios, oficinas, cantina, etc.).
6. Calcular el espacio total requerido para la fábrica sumando el espacio necesario para maquinaria y equipo y el espacio necesario para almacenamiento y servicios auxiliares.
7. Distribuir los diferentes departamentos con sus respectivas zonas de trabajo de modo que el recorrido del trabajo sea el más económico posible.
8. Establecer el plano del edificio teniendo en cuenta sobre todo la ubicación de las zonas de trabajo, áreas de almacenamiento y servicios auxiliares.
9. Determinar el tamaño y disposición del terreno exterior a la fábrica, atribuyendo espacio suplementario para estacionamiento, recepción, expedición y zonas verdes.

Sin embargo, al especialista en estudio del trabajo rara vez le corresponde preparar el plano completo de la fábrica, empezando por las medidas básicas recién indicadas. Ese trabajo incumbe más bien al ingeniero industrial o al especialista en dirección de la producción. Es más común que el especialista en estudio del trabajo tenga que modificar la disposición existente. En este caso, el principal problema consiste en determinar el mejor recorrido posible del trabajo, para lo que resultan de utilidad varios diagramas. El diagrama que se emplee variará según se estudie el recorrido de un producto o proceso o el de varios productos o procesos ejecutados simultáneamente.

### TRAZAR EL RECORRIDO DE UN PRODUCTO O PROCESO

Para establecer el recorrido de un solo producto o proceso se acostumbra utilizar el cursograma analítico, completándolo con un **diagrama de recorrido**. El cursograma analítico resulta de utilidad para registrar las distancias recorridas y el tiempo de cada operación; sirve de instrumento analítico para examinar con espíritu crítico el método existente. El diagrama de recorrido, en cambio, viene a ser un plano de la fábrica o zona de trabajo, hecho más o menos a escala, que muestra la posición correcta de las máquinas y puestos de trabajo. A partir de las observaciones hechas *in situ* se trazan los movimientos

del producto o de sus componentes, utilizando en ciertos casos los símbolos de los cursogramas para indicar las actividades que se efectúan en los diversos puntos. En un caso bastó una ojeada a un diagrama muy sencillo, en el que se representaban los movimientos del material requerido para montar y soldar pastas a las armazones de los asientos de autobús, para ver que había demasiadas idas y venidas del material entre los lugares de trabajo, después de examinar los correspondientes diagramas de recorrido y cursogramas, logró reducir el recorrido de 575 a 194 metros.

El diagrama de recorrido también puede emplearse para estudiar los movimientos entre varios pisos de un mismo edificio, como puede verse por el ejemplo de la figura siguiente. Evidentemente, se pueden establecer diagramas de recorrido independientes para cada piso.

## **ANÁLISIS DE OPERACIONES**

### **OPERACIÓN**

El segundo nivel de análisis del trabajo corresponde a la *operación*, se parte sobre la base de que en esta intervienen los siguientes elementos:

- a) El hombre
- b) La maquina
- e) Las herramientas
- d) El lugar de trabajo

Se puede decir entonces que el objeto de analizar las operaciones es racionalizar el uso de dichos elementos, haciendo más creciente el trabajo desarrollado. A continuación se revisarán algunas de las técnicas que más se utilizan para efectuar el registro y posteriormente el análisis de operaciones.

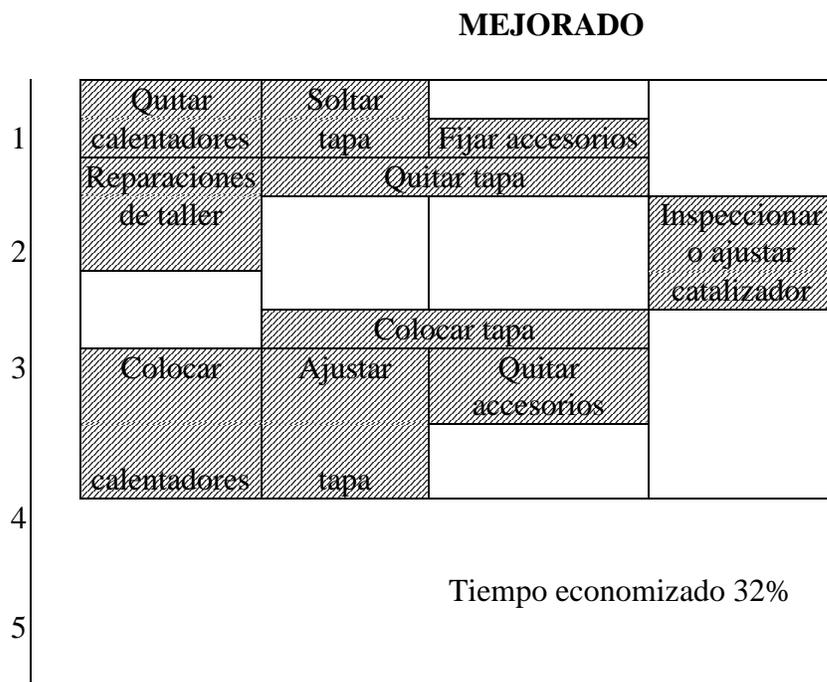
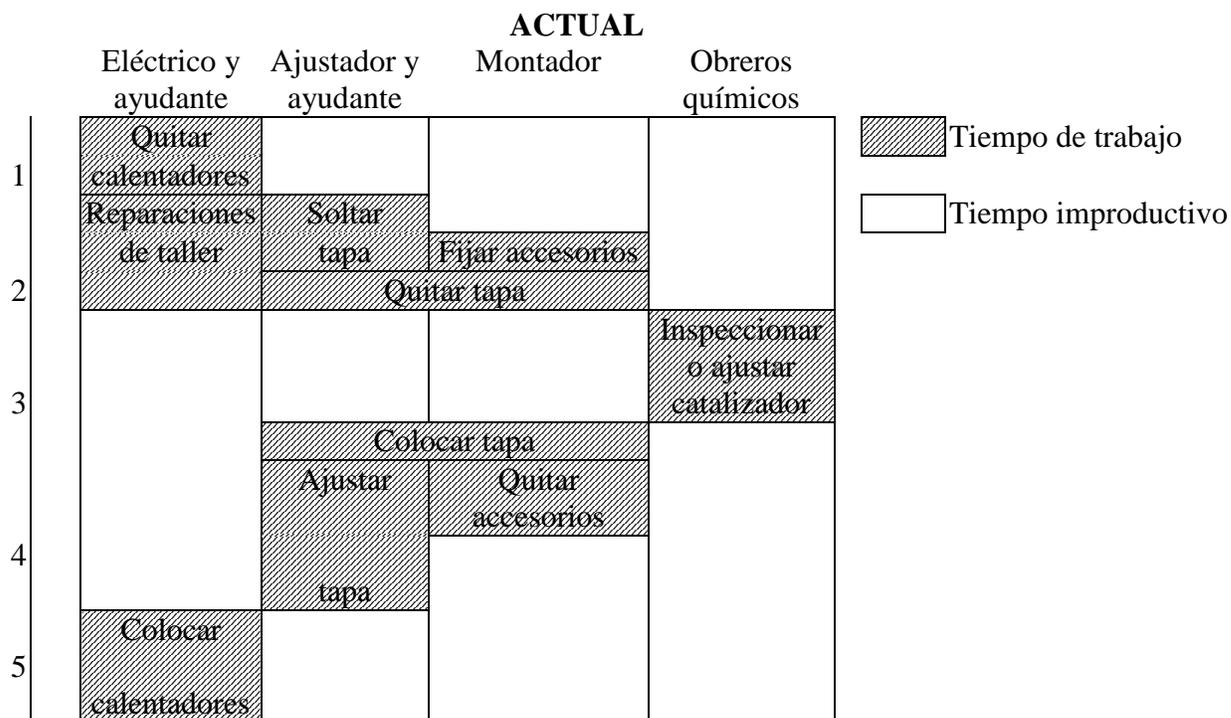
### **DIAGRAMA DEL PROCESO HOMBRE - MÁQUINA**

Se define este diagrama como la presentación gráfica de la secuencia de elementos que componen las operaciones en que intervienen hombre y máquinas, y que permite conocer el tiempo empleado por cada uno, es decir, el tiempo usado por los hombres y el tiempo utilizado por las máquinas. Con base en este conocimiento se puede determinar la eficiencia de los hombres y de las máquinas con el fin de aprovecharlos al máximo.

El diagrama se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una sola estación de trabajo a la vez. Además, aquí el tiempo es indispensable para llevar a cabo el balance de las actividades del hombre y su máquina.

Se utiliza para registrar el funcionamiento de una o más máquinas con relación al trabajo del operario.

**Objetivo:** Obtener la mejor utilización de hombre y/o máquina implicados en un trabajo, determinar la forma más efectiva de armonizar el trabajo de cada individuo con las exigencias de la máquina o de los demás trabajadores del grupo, encontrar la relación hombre-máquina más económica. Determinar los tiempos muertos, tanto del operario como de la máquina para su denominación.



## MUESTREO DE TRABAJO

Es una técnica para determinar mediante muestreo estadístico y observaciones aleatorias el porcentaje de aparición de determinada actividad. El tamaño de la muestra estará sujeto a su vez en cierto nivel de confianza este se determina a través de la curva de distribución normal, para un nivel de confianza del 99.73%

99.73%	$\pm 3\sigma$	$3.3\sigma_p$
99%	$\pm 2\sigma$	$2.58\sigma_p$
95%	$\pm \sigma$	$1.96\sigma_p$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

Donde:

$\sigma_p$  = error estándar de la proporción

p = porcentaje de tiempo inactivo

q = porcentaje de tiempo en marcha

n = numero de observaciones

Ejemplo.

p = 25% (inactivo)

q = 75 % (en marcha)

$1.96\sigma_p = 10$

$\sigma_p = 5$

$$5 = \sqrt{\frac{(25)(75)}{n}}$$

$$25 = \frac{1875}{n}$$

$$n = \frac{1875}{25} = 75$$

## MÉTODO NOMOGRÁFICO

La muestra puede determinarse leyendo directamente el número de observaciones requerido en un monograma.

Hora	#	0.16 envase tiempo activo	
	aleatorio	76.19% = q	
7:00	37	<u>0.05</u> merma	23.81% = p
7:37	38	0.21----- 100%	
8:15	25		
8:40	25		
8:50			

## RELACIÓN HOMBRE – MÁQUINA

Modelo determinista

Modelo analítico para resolver problemas de relaciones hombre-máquina cuando el tiempo es determinístico. Sólo se aplica cuando las máquinas son iguales.

El costo mínimo debe ser el criterio para la operación óptima.

Datos utilizados:

$N$  = número de máquinas operadas

$l$  = tiempo en horas de carga y descarga

$m$  = tiempo en horas de máquina automática

$w$  = tiempo para caminar de una máquina a otra.

Pasos:

1. Determinar el número de máquinas que pueda atender el operario

$$N = \frac{l + m}{l + w} \quad N = \text{número entero menor}$$

2. Calcular el costo de operación del sistema

$$C = \frac{l + m}{N} (k_1 + Nk_2) \quad k_1 = \text{costo por hora obrero}$$

$$k_2 = \text{costo por hora máquina}$$

3. Calcular el costo con  $N + 1$  máquinas

$$C_2 = (l + w)[k_1(N + 1)k_2]$$

4. Comparar el costo  $C$  y  $C_2$  y del número de máquinas que dé el costo mínimo será el óptimo.

Ejercicio

En un a fábrica se tienen varias máquinas iguales con los siguientes tiempos de operación:

Tiempo de carga y descarga 12 min.

Tiempo de máquina automática 15 min.

Tiempo para caminar de una máquina a otra 0.6 min

Los costos de máquina son de \$1,600 por hora y del operario \$160 por hora.

Calcular:

1. Costos con  $N$  y  $N + 1$  máquinas
2. Determinar cuál es el número de máquinas óptimo que debe atender el operario
3. Calcular el costo cuando el obrero opera una sola máquina
4. Cuánto se ahorraría en 250,000 piezas si se operan el número de máquinas óptimo en lugar de una sola máquina.

## PASOS PARA REALIZAR EL DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA

Primero, se debe seleccionar la operación que será diagramada; se recomienda seleccionar operaciones importantes que puedan ser costosas, repetitivas y que causen dificultades en el proceso. Después, determinar dónde empieza y dónde termina el ciclo que se quiere diagramar. A continuación, observar varias veces la operación, para dividirla en sus elementos e identificarlos claramente. El siguiente paso se dará cuando los elementos de la operación han sido identificados, entonces se procede a medir el tiempo de duración de cada uno. Finalmente, con los datos anteriores y siguiendo la secuencia de elementos, se construye el diagrama.

Antes de indicar la forma de construcción del diagrama de procesos hombre-máquina es necesario hacer notar que este diagrama se efectúa para analizar y mejorar una sola estación de trabajo como previamente se había señalado: esto se debe, principalmente, a que actualmente existen máquinas semiautomáticas o automáticas, en las que el personal que las opera permanece ocioso cuando la máquina está funcionando, por lo que sería conveniente asignarle durante su actividad alguna otra tarea o la operación de otras máquinas.

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

Una vez que hemos identificado la operación que vamos a diagramar, aplicando los puntos que fueron señalados con anterioridad, se procede a la construcción del diagrama.

### CONSTRUCCIÓN DEL DIAGRAMA

Un primer paso en dicha construcción es seleccionar una distancia en centímetros o pulgadas que nos represente una unidad de tiempo.

Esta selección se lleva a cabo debido a que los diagramas hombre-máquina se construyen siempre a escala. Por ejemplo, un centímetro represente un centésimo de minuto. Existe una relación inversa en esta selección, es decir, mientras más larga es la duración del ciclo de la operación, menor debe ser la distancia por unidad de tiempo escogida.

Cuando hemos efectuado nuestra selección se inicia la construcción del diagrama; como es normal, éste se debe identificar con el título de diagrama de proceso hombre-máquina.

Se incluye además información tal como operación diagramada, método presente o método propuesto, número de plano, orden de trabajo indicando dónde comienza el diagramado y dónde termina, nombre de la persona que lo realiza, fecha y cualquier otra información que se juzgue conveniente para una mejor comprensión del diagrama.

Una vez efectuados estos pasos previos a la izquierda del papel, se hace una descripción de los elementos que integran la operación.

Hacia el extremo de la hoja se colocan las operaciones y tiempos del hombre, así como también los tiempos inactivos del mismo.

El tiempo de trabajo del hombre se representa con una línea vertical continua; cuando hay un tiempo muerto o un tiempo de ocio, se representa con una ruptura o discontinuidad de la línea. Un poco más hacia la derecha se coloca la gráfica de la máquina; esta gráfica es igual a la anterior, una línea continua vertical indica tiempo de actividad de la máquina y una discontinuidad representa inactivo. Para las máquinas, el tiempo de preparación así como el tiempo de descarga, se representan por una línea punteada, puesto que las máquinas no están en operación, pero tampoco están inactivas.

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 de ocio. Así como el tiempo total muerto de la máquina.

Finalmente para obtener los porcentajes de utilización empleamos las siguientes igualdades:

Ciclo total del operario = preparar + hacer + retirar.

Ciclo total de la 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 =  $\frac{\text{tiempo productivo del operador}}{\text{tiempo del ciclo total}}$

Porcentaje de la máquina =  $\frac{\text{tiempo productivo de la máquina}}{\text{tiempo del ciclo total}}$

## EJERCICIO PROPUESTO

Desarróllese el diagrama hombre-máquina del siguiente caso.

Un operario tiene a su cargo dos taladros. El 1° tiene una sola broca para efectuar el proceso de barrenado y el 2° es de doble broca.

La actividad que desarrolla el operario es:

- a) Carga y descarga taladro No. 1    0.53 min.
- b) Carga y descarga taladro No. 2    0.78 min.
- c) Caminar del taladro 1 al 2 o viceversa    0.07 min.
- d) Limpiar pieza    0.10 min.

El taladro de una sola broca tarda en hacer el barrenado 0.5 min y el taladro doble tarda 0.63 min en efectuar la operación; los taladros se levantan automáticamente al fin del ciclo.

## DIAGRAMA DE PROCESO DE GRUPO

En la actualidad, para llevar a cabo determinados procesos se cuenta con máquinas que por su magnitud no pueden ser operadas por una sola persona, sino que tienen que asignar a un grupo de hombres para controlarlas con mayor eficiencia.

El diagrama de procesos de grupo se realiza cuando se sospecha que el conjunto de personas no ha sido asignado correctamente debido a que existían tiempos de inactividad considerables. También se realiza para llevar a cabo un balanceo o una correcta asignación de las personas a una máquina determinada.

El diagrama de procesos de grupo se define como la representación gráfica de la secuencia de elementos que componen una operación en la que interviene un grupo de hombres. Se registran cada uno de los elementos de la operación, así como sus tiempos de ocio. Además, se conoce el tiempo de actividad de la máquina y el tiempo de ocio de la misma. Al tener el conocimiento de estos hechos podemos hacer un balanceo que nos permita aprovechar al máximo los hombres y las máquinas. Como podemos observar, este diagrama es una adaptación del diagrama hombre-máquina

La construcción del diagrama se lleva a cabo de la misma manera que el diagrama hombre-máquina.

Diagrama Hombre Máquina		Pág. No. de		
Operación:		Fecha:		
Máquina tipo:		Hecho por:		
Departamento:		Máquina 1	Máquina 2	
Descarga y carga de máquina 1	0.1	0.1	Descarga y cargar 0.53	0.70
	0.2	0.2		
	0.3	0.3		
	0.4	0.4		
	0.5	0.5		
----- Camina a máquina 2 -----	0.6	0.6	----- Taladro 0.5 ----	
Limpia a pieza	0.7	0.7		
	0.8	0.8		Descarga y carga 0.78.
Descarga y carga máquina 2	1.0	1.0	Tiempo muerto 0.62	
	1.1	1.1		
	1.2	- 1.2		
	1.3	1.3		
	1.4	1.4		
	1.5	1.5		
-----				
Camina a máquina 1.	1.6	1.6		-----
----- Limpia pieza -----	1.7	1.7	-----	Taladro 0.63
Descarga y carga máquina 1	1.8	1.8	Descarga y carga 0.53	
	1.9	1.9		
	2.0	2.0		
	2.1	2.1		
	2.2	2.2		

Camina a máquina 2 ----- Limpia pieza -----  Carga y descarga máquina 2												
	2.3	2.3										
	2.4	2.4										
	2.5	2.5										
	2.6	2.6										
	2.7	2.7										
	2.8	2.8										
	2.9	2.9										
	3.0	3.0										
	3.1	3.1										
	3.2	3.2										
	3.3	3.3										
	3.4	3.4										
	3.5	3.5										
Resumen	Tiempo del ciclo			Acción			Ocio			utilización		
	Actual	Prop.	Ahorro	Actual	Prop.	Ahorro	Actual	Prop.	Ahorro	Actual	Prop.	Ahorro
Hombre	1.65						—					
Máquina 1	1.65			0.30			0.62			0.5		
Máquina 2	1.65			0.38			0.24			0.63		

### Problema

Un cierto artículo requiere para su fabricación de una operación de modelo que se lleva a cabo en un inyector semiautomático; una operación de rebabeado manual y una operación de ensamble en una prensa ensambladora automática.

Los tiempos de cada actividad son los siguientes.

Operación del inyector		Operación de prensa ensambladora	
Arrancar inyector	1 min. / pza.	Carga de la prensa	1 min. / pza.
Modelo automático	10 min. / pza.	Ensamble automático	4 min. / pza.
Rebabeado manual	3 min. / pza.	descarga e inspección	2 min. / pza.
Descarga manual	2 min. / pza.		

La secuencia obligada de las diferentes actividades es la seguida en el listado de tiempos:

¿Cuántas piezas podrán producirse como máximo en 8 horas, si se dispone de dos inyectores y una ensambladora, operados por un solo hombre?

## ANÁLISIS DE LOS MOVIMIENTOS

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.

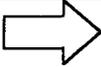
Para lograr este propósito, es preciso dividir un trabajo en todos sus elementos básicos y analizar cada uno de ellos tratando de eliminar, o si esto no es posible, de simplificar sus movimientos. En otras palabras, se trata de buscar un mejor método de trabajo que sea más fácil y más económico.

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.

### El diagrama bimanual

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

El diagrama bimanual sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas y en ese caso se registra un solo ciclo completo de trabajo. Para representar las actividades se emplean los mismos símbolos que se utilizan en los diagramas de proceso pero se les atribuye un sentido ligeramente distinto para que abarquen más detalles.

ACTIVIDAD	DEFINICIÓN	SÍMBOLO
OPERACIÓN	Se emplea para los actos de asir, sujetar, utilizar, soltar, etc., una herramienta-pieza o material.	
TRANSPORTE	Se emplea para representar el movimiento de la mano hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos.	
ESPERA	se emplea para indicar el tiempo en que la mano no trabaja (aunque quizás trabaje la otra)	
SOSTENIMIENTO O ALMACENAMIENTO	Con los diagramas bimanuales no se emplea el término almacenamiento, y el símbolo que le correspondía se utiliza para indicar el acto de sostener alguna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se está consignando.	

El símbolo de inspección casi no se emplea, puesto que durante la inspección de un objeto (mientras lo sujeta y mira o lo calibra) los movimientos de la mano vienen a ser operaciones para los efectos del diagrama. Sin embargo, a veces resulta útil emplear el símbolo de inspección para hacer resaltar que se examina algo.

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. Los ajustes apretados y la colocación en posiciones difíciles pueden presentar ciertos problemas. Al montar piezas pequeñas ajustadamente ponerlas en posición antes del montaje puede ser la parte más prolongada del ciclo. En tales casos la *puesta en posición* deberá exponerse como un movimiento en sí de operación, aparte del que se efectúa para hacer el montaje propiamente dicho (por ejemplo colocar un desarmador en la cabeza de un tornillo pequeño). Así se hace resaltar dicho movimiento, y si se muestra en relación con una escala de tiempos, se podrá evaluar su importancia relativa. Se lograrán economías considerables si es posible reducir el número de dichas colocaciones, por ejemplo, avellanando ligeramente el orificio y biselando más la punta de la herramienta, o utilizando un desarmador neumático.

### **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.  
Conviene empezar por la mano que coge la pieza primero o por la que ejecuta más trabajo. Da el mismo punto exacto de partida que se elija, ya que al completar el ciclo se llegará nuevamente allí, pero debe fijarse claramente. Luego se añade en la segunda columna la clase de trabajo que realiza la segunda mano.
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.

### **EJERCICIO PROPUESTO**

En el recargado de cartuchos calibre 32 se utilizan una serie de operaciones para el formado completo de estos. Se necesitan fulminantes, casquillos, pólvora y balas. Los fulminantes se encuentran en una caja, así como los casquillos y las balas. La pólvora se encuentra en un recipiente y es necesario pesarla antes de meterla al cartucho. Se tiene la siguiente área de trabajo.

- |               |              |
|---------------|--------------|
| 1. Fulminante | 2. Casquillo |
| 3. Bala       | 4. Pólvora   |
| 5. Pesadora   |              |

El procedimiento para el formado de los cartuchos es el siguiente

La mano izquierda obtiene el fulminante y mano derecha obtiene el casquillo (0.5 s).

La mano izquierda coloca el fulminante en el casquillo y la mano derecha sostiene el casquillo (0.8 s).

La mano izquierda obtiene la pólvora y mano derecha posiciona el casquillo.

La mano izquierda coloca la pólvora en la pesadora y mano derecha espera (1 s).

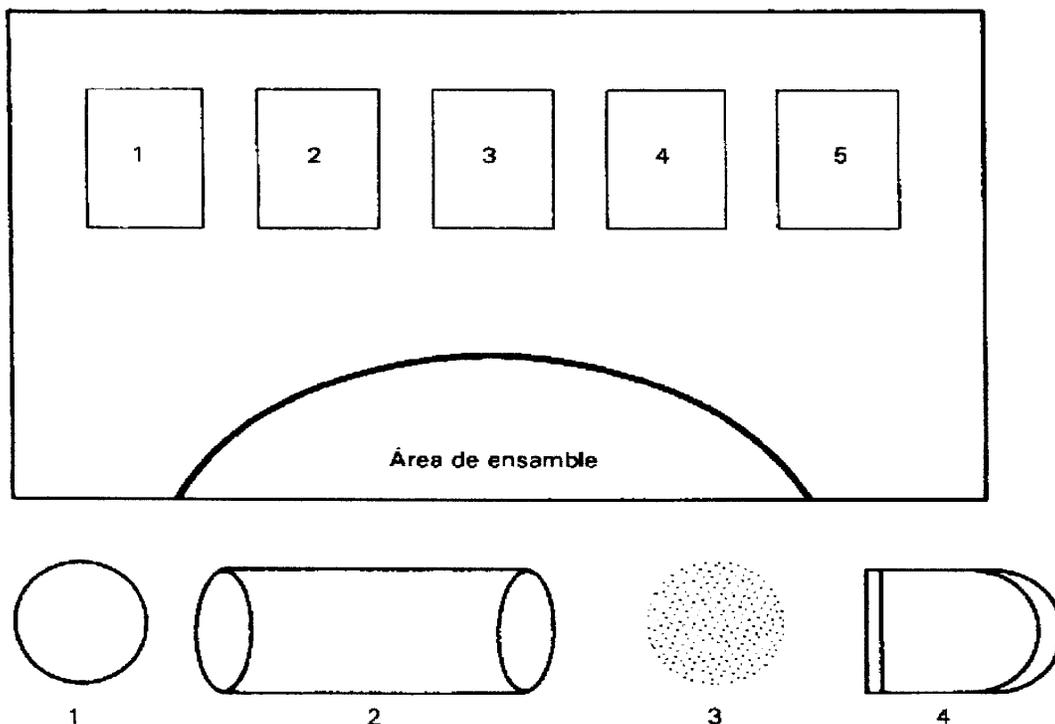
La mano izquierda toma la pólvora y la deposita en el casquillo, mano derecha sostiene el casquillo (2s).

La mano izquierda sostiene el casquillo con pólvora y mano derecha obtiene la bala (0.5 s).

La mano izquierda sostiene el casquillo y mano derecho coloca la bala y presiona (1.5 s).

Obténgase:

- El diagrama del operador bimanual actual.
- Elaborar el método mejorado eliminando puntos que violen los principios de la economía de movimientos y un nuevo diseño de la mesa de trabajo. Véase figura



1 = Fulminante; 2 = Casquillo; 3 = Pólvora; 4 = Bala; 5 = Pesadora

### **ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS BÁSICOS**

Si se parte del principio de que todo trabajo para realizarse requiere del insumo de un conjunto de movimientos básicos, se puede afirmar que la ciencia de cualquier método estándar en función de que emplee exclusivamente movimientos básicos.

El iniciador de esta técnica es Frank B. Gilbreth. Él, junto con su esposa Lillian Gilbreth definieron todos los movimientos necesarios para realizar cualquier tarea, teniendo en mente la posibilidad de mejorar la operación eliminando todos los movimientos obteniendo así la máxima eficiencia.

Posteriormente, y hasta la fecha, han aparecido nuevas técnicas de análisis de movimientos básicos, los cuales además de una clasificación particular de movimientos básicos, también tiempos para su ejecución. A estas técnicas se les denomina de *tiempos predeterminados*. La ventaja de estas últimas es que permiten analizar simultáneamente el método y el tiempo de ejecución y así seleccionar la alternativa- que en cuanto a tiempo, es más recomendable implantar.

Sin embargo, para poder tener el dominio de cualquiera de las técnicas de tiempos predeterminados se requiere un entrenamiento bastante profundo, por lo que en este curso y para fines de análisis de los métodos, emplearemos la técnica de movimientos básicos de Gilbreth, sobre la cual aparece con la clasificación de los diferentes movimientos requeridos para efectuar cualquier trabajo manual.

Análisis de movimientos _____
Método _____
Operación _____
Referencia: _____
Producto _____
Fecha _____ Analista _____
Mano izquierda _____ Mano derecha _____
Descripción _____ Descripción _____

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

Además de la división básica de los movimientos, existen los principios de la economía de movimientos, los cuales también fueron desarrollados por Gilbreth y completados por Ralph Barnes. Estas leyes son todas aplicables a cualquier tipo de trabajo, pero se agrupan en tres subdivisiones básicas, aplicación y uso del cuerpo humano: arreglo del área de trabajo y diseño de herramientas y equipo.

El analista de tiempos y métodos debe familiarizarse con todas las leyes de la economía de movimientos de manera que sea capaz de descubrir rápidamente las ineficiencias en el método usado, inspeccionando brevemente el lugar de trabajo y la operación.

### Movimientos básicos de Gilbreth

<i>Movimiento</i>	<i>Símbolo</i>	<b><i>PRODUCTIVOS</i></b>
Alcanzar	A	Mover la mano hacia un destino o lugar general,
Mover	M	Transportar un objeto hacia un destino.
Coger	C	Conseguir suficiente control sobre un objeto con los dedos de la mano,
Posicionar	P	Alinear, orientar y montar un objeto en otro.
Desmontar	O	Romper el contacto entre dos objetos.
Soltar	se	Abandonar el control que los dedos de la mano ejercen sobre un objeto
Examinar	E	Identificar o inspeccionar un objeto empleando cualquier sentido.
Hacer	H	Efectuar total o parcialmente los fines de la operación
<b><i>RETARDANTES</i></b>		
Cambiar dirección	CD	Cambia la línea o plano a través del cual se realiza un movimiento
Posición previa	PP	Preparar el objeto transportado para el elemento básico siguiente.
Buscar	B	Localizar cualquier objeto
Seleccionar	SE	Escoger entre varios objetos
Planear	PL	Retraso o vacilación para decidir el método a seguir
Retraso nivelador	RN	Una parte del cuerpo se retrasa por la lentitud de la obra con la que debe realizar una operación simultánea.
<b><i>IMPRODUCTIVOS</i></b>		
Sostener	S	Mantener con la mano un control estático sobre un objeto mientras se ejecuta un trabajo en él
Retraso evitable	RE	Atribuible a la desidia o pereda del trabajador
Retraso inevitable	RI	Atribuido al método.
Retraso por fatiga	F	Descanso para vencer la fatiga-

### Aplicación y uso del cuerpo humano

Las dos manos deben empezar y terminar sus movimientos al mismo tiempo, y no deben estar ociosas al mismo tiempo, excepto en periodos de descanso. Los movimientos de los brazos deben hacerse simultáneamente en direcciones opuestas y simétricas.

Los movimientos de las manos deben ser confinados a su nivel más bajo, pero sin perjudicar la eficiencia del trabajo realizado. El trabajador debe aprovechar, en cuanto sea posible, el impulso que pudiera traer el material sobre el que trabaja y evitar el comunicárselo o retirárselo con esfuerzo muscular propio.

Se debe preferir que los movimientos de las manos sean suaves y continuos y nunca en zigzag o en líneas rectas con cambios bruscos de dirección. Los movimientos libres son más fáciles, rápidos y precisos, que aquellos rígidos, fijos o controlados. El ritmo es

esencial al realizar una operación manual de manera suave y automática, procurando, en cuanto sea posible, adquirirlo en forma natural y fácil.

### **Arreglo del área de trabajo**

Debe haber un lugar fijo y determinado para todas las herramientas, materiales y controles, los cuales deben estar localizados enfrente del operador y lo más cerca posible.

Las cajas y depósitos que reciban material por gravedad deben estar adaptados para entregarlo cerca y enfrente del operario. Además, siempre que sea posible, el material terminado debe retirarse usando la fuerza de gravedad.

Los materiales y las herramientas deben colocarse de manera que permitan una sucesión continua de movimientos.

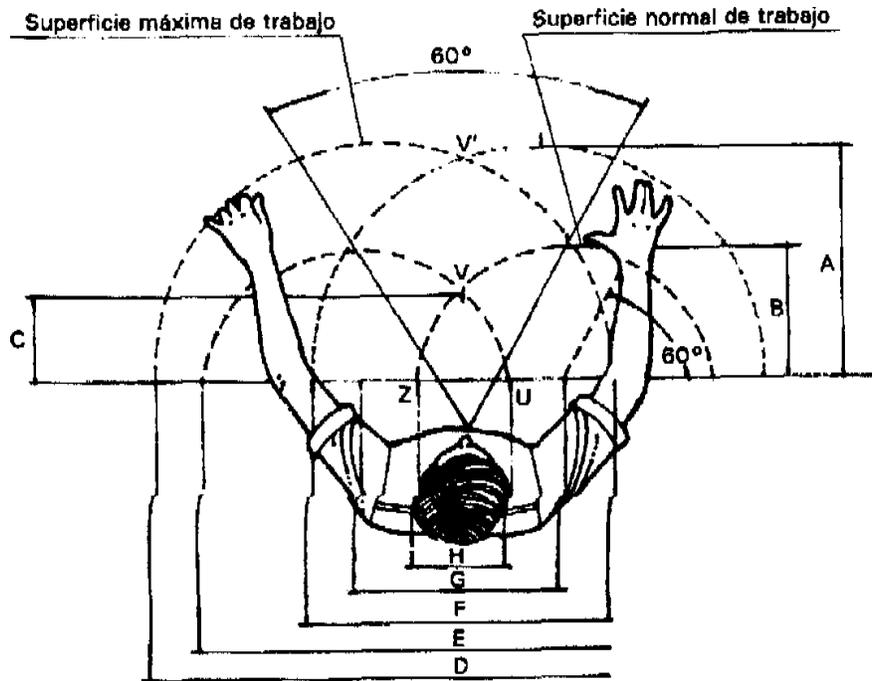
Debe tomarse medidas para asegurar adecuadas condiciones de visión. La buena iluminación es el primer requisito para una percepción visual satisfactoria. Igualmente, la altura del banco de trabajo y la silla deben arreglarse para alternar fácilmente el trabajo parado o sentado. Por tanto, debe proveerse a cada empleado con una silla cuyo tipo y altura permitan una correcta postura.

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

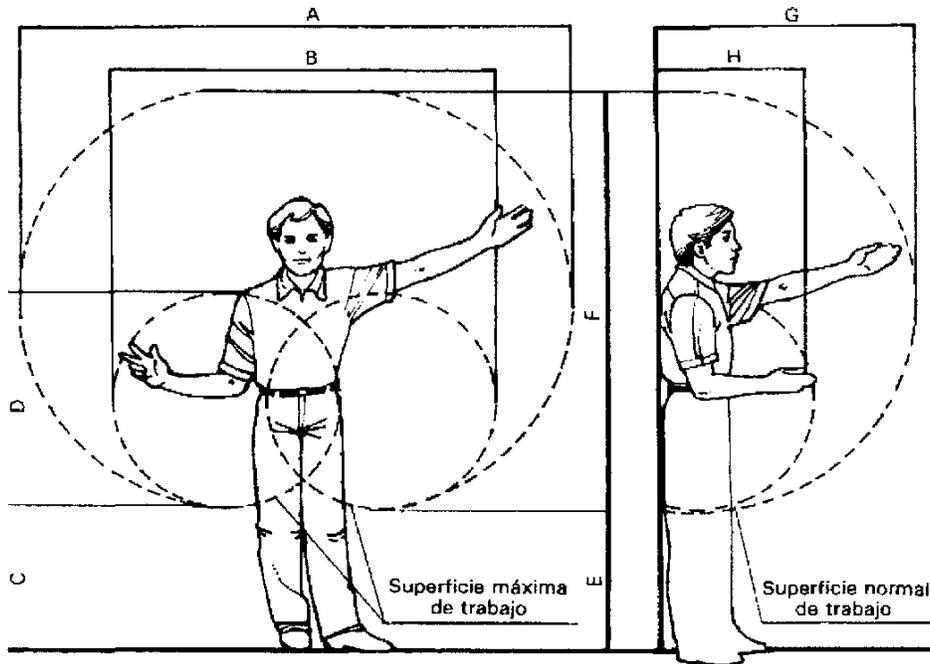
Siempre que sea posible, deben usarse guías, sostenes o pedales para que las manos realicen más trabajo productivo. También se debe procurar que dos o más herramientas se combinen en una y que junto con los materiales queden en posición previa a su uso.

En un trabajo tal como escribir a máquina, en que cada dedo desarrolla un movimiento específico, la carga deberá ser distribuida de acuerdo a la capacidad inherente a cada uno.

Los mangos como los usados en desarmadores grandes y manivelas, deben diseñarse para permitir que la mano entre en contacto lo más que sea posible con la superficie. Esto es importante cuando al usarlo se ejerce fuerza. Por otro lado, las palancas, los travesaños y manivelas, deben colocarse en tal posición, que permita manejarlas con el menor cambio de postura del cuerpo y con la mayor ventaja mecánica.



	Mujer Talla: 1.59 m peso: 54 kg	Hombre Talla: 1.68 m peso: 68 kg
A	0.480	0.550
B	0.300	0.335
C	0.200	0.240
D	1.370	1.550
E	1.100	1.350
F	0.640	0.720
G	0.550	0.600
H	0.200	0.240



	Mujer talla: 1.59 m peso: 54 kg	Hombre talla: 1.68m peso: 68 kg
A	1.400	1,550
B	1.100	1.350
C	0.680	0.770
D	0.720	0.880
E	0,630	0.700
F	1.260	1.400
G	0.730	0,800
H	0.430	0.500

### Las cinco clases generales de movimientos

Debe considerarse que, para lograr un efectivo aprovechamiento del lugar de trabajo, es importante que los movimientos efectuados por el operario sean los que menos lo fatigan. Es conveniente, por lo tanto, relacionar las zonas de trabajos normales y máximas con las siguientes clases de movimientos.

1. Movimiento en los que sólo se emplean los dedos de la mano.
2. Movimientos en los que sólo se emplean los dedos y la muñeca.
3. Movimientos en los que sólo se emplean los dedos, la muñeca y el antebrazo.
4. Movimientos en los que sólo se emplean los dedos, la muñeca, el antebrazo y el brazo.
5. Movimientos en los que se emplean los dedos, la muñeca, el antebrazo, el brazo y el cuerpo.

Cuando los movimientos efectuados para llevar a cabo una operación pertenecen a las tres primeras clases, se obtendrán mayores ventajas.

### **Hoja para verificar la economía de movimientos y reducir la fatiga**

Háganse las siguientes preguntas en cada trabajo: ayudarán a encontrar mejores y más fáciles métodos de hacerlo.

1. ¿Están los movimientos balanceados?
2. ¿Se encuentran las herramientas y los materiales cerca y enfrente del operador?
3. ¿Hay un lugar fijo para cada herramienta?
4. ¿Se entregan los materiales cerca de su punto de uso, por medio de la gravedad?
5. ¿Están los materiales y herramientas en posición previa a su uso?
6. ¿Se retira el material terminado por medio de la gravedad?
7. ¿Existen aditamentos que liberen a las manos de sostener las herramientas?
8. ¿Son rítmicos los movimientos del operario?
9. ¿Son suaves y continuos esos mismos movimientos?
10. ¿Está acondicionada el área de trabajo?
11. ¿Tiene el trabajador un sitio adecuado?
12. ¿Hay luz y ventilación suficiente?

### **Diseño de plantillas y dispositivos**

El uso de dispositivos se remonta prácticamente a la aparición del hombre. El cavernícola, comparado con otros seres, era una criatura débil, pero tenía a su favor la inteligencia y así tomó huesos de grandes animales muertos, piedras, palos y tuvo sus primeros *dispositivos* para defenderse de sus enemigos naturales, además de obtener alimento.

Un dispositivo debemos entenderlo, para fines de este curso, como un elemento o conjunto de elementos mecánicos y eléctricos que integrados inteligentemente y con imaginación van a ayudar a reducir el contenido de trabajo de una operación.

Los dispositivos de producción en general se caracterizan por ser sencillos y relativamente baratos. No obstante, constituyen el fundamento para la mejora de muchas operaciones. Por otro lado, es común que sean ideas originales, es decir, que aunque estén compuestos de elementos conocidos como tornillos, placas de aceros. etc., en conjunto son innovaciones: comercialmente no hay otro igual y se deben al ingenio de quien los concibió.

La siguiente es una clasificación desde el punto de vista funcional del dispositivo.

- Dispositivos para soporte, colocación y montaje.
- Guía o plantillas.
- Dispositivos para depósito y alimentación de material.
- Conjuntos de cambio rápido.
- Pedales.
- Dispositivos de selección o medición (control de calidad).
- Dispositivos especialices.

Prácticamente cualquier opción manual es susceptible de mejorarse mediante algún tipo de dispositivo, por lo que el proyecto de dispositivos eficientes y simples para sostener, fijar, colocar, etc., que ayuden a la mejora del rendimiento de las operaciones manuales, ofrece un campo ilimitado al analista de métodos.

Sin embargo, hay situaciones en las que es obvia la necesidad de un dispositivo, tal es el caso de una operación en la que mientras una mano sostiene una pieza la otra trabaja sobre ella.

También cuando hay que colocar repetidas veces un material de una forma o dimensión especial; aquí se antoja el uso de una plantilla.

Es conveniente que el analista cuente con la ayuda del supervisor del área cuando pretenda diseñar un dispositivo, la razón salta a la vista: el supervisor es una de las personas que se encuentra más cerca de las operaciones y puede dar opiniones muy importantes que tal vez el analista no tomó en cuenta. Inclusive en ocasiones es recomendable tomar en cuenta las sugerencias del operario que ejecuta la tarea. Por otro lado, generalmente el analista no es experto en diseño, por lo que el auxilio de un diseñador de herramientas ayúdala a obtener un dispositivo económico.

### **Consideraciones económicas**

El primer problema al que se enfrenta el analista al tratar de introducir la idea de trabajar un dispositivo es justificar su uso. La persona encargada de aprobar su fabricación, generalmente lo primero que pregunta es "¿Cuánto nos vamos a ahorrar al año?" Sin profundizar en el tema de rentabilidad de inversiones, podríamos decir que un dispositivo se justifica o no económicamente, dependiendo de la diferencia del tiempo ciclo sin el dispositivo y el tiempo ciclo con el dispositivo, además del volumen de producción. Existen, sin embargo, otros como los gastos fijos de fabricación.

### **Consideraciones funcionales**

Dentro de las consideraciones funcionales podemos mencionar las siguientes:

- Localización de la pieza en el dispositivo.
- Prensado de la pieza,
- Versatilidad y normalización del dispositivo.
- Rigidez y simplicidad.
- Facilidad en la carga y descarga de la parte.
- Consideraciones de seguridad.
- Desahogos adecuados para desperdicios.
- Capacidad de evitar interferencias.
- Necesidades de enfriamiento y lubricación.
- Facilidad en el reemplazo de piezas desgastables.

- El plano de la pieza para tomar en cuenta tolerancias.
- Mostrar la colocación de la parte en el layout del dispositivo.
- Dibujar correctamente el dispositivo.
- Agregar la información que sea necesaria al dibujo.

Para facilitar una decisión deben presentarse el costo y los criterios intangibles, de tal manera que sea posible la comparación de las alternativas, para cuyo efecto existen varios métodos que permiten estimar el costo anual total de cada alternativa, el periodo de recuperación de capital y la tasa de retomo requerida.

### Los therbligs

Nombre	Abreviación	Color
Buscar	Sh	Negro
Encontrar	F	Gris
Seleccionar	Si	Gris perla
Asir	G	ROJO
Sostener	H	Ocre dorado
Transportar carga	TL	Verde
Colocar en posición	P	Azul
Ensamblar	A	Violeta
Usar	U	Morado
Desmontar	DA	Lila
Inspeccionar	I	Ocre tostado
Preparar colocación	PP	Azul celeste
Soltar carga	RL	Carmín
Desplazarse sin carga	TE	Aceituna
Descansar por agotamiento	R	Naranja
Demora inevitable	UD	Amarillo
Demora evitable	AD	Amarillo verdoso
Planificar	Pn	Marrón

## SELECCIÓN Y CRONOMETRAJE DEL TRABAJO

### Etapas del estudio de tiempos

Una vez elegido el trabajo que se va a analizar, el estudio de tiempos suele constar de las ocho etapas siguientes:

1. Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea, del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.
2. Registrar una descripción completa del método descomponiendo la operación en «elementos».
3. Examinar ese desglose para verificar si se están utilizando los mejores métodos y movimientos, y determinar el tamaño de la muestra.

4. Medir el tiempo con un instrumento apropiado, generalmente un cronómetro, y registrar el tiempo invertido por el operario en llevar a cabo cada «elemento» de la operación.
5. Determinar simultáneamente la velocidad de trabajo efectiva del operario por correlación con la idea que tenga el analista de lo que debe ser el ritmo tipo.
6. Convertir los tiempos observados en «tiempos básicos».
7. Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.
8. Determinar el «tiempo tipo» propio de la operación.

Elemento: Es la 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 ó las fases de un proceso seleccionado para fines de observación y cronometraje.

Existen 5 tipos de elementos

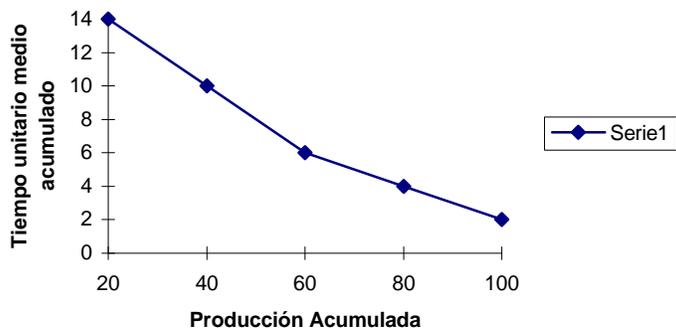
- Elementos de repetición
- Elementos constantes
- Elementos variables
- Elementos contingentes
- Elementos extraños

#### CICLO DE TRABAJO

Es la sucesión completa de los elementos necesarios para llevar a cabo una actividad o tarea determinada o para detener una actividad de producción. Puede incluir elementos de tipo contingentes.

#### CURVA DE APRENDIZAJE

Esta responde a la necesidad de horas de capacitación que requiere un operario para determinar la más simple operación. Existen trabajos más complicados días y aún semanas antes de que el operario pueda adquirir cualidades físicas y mentales coordinadas que le permitan pasar de un elemento a otro sin titubeo o retraso.



Se debe tratar de llegar a una pendiente = 0

$$Y_x = kx^n$$

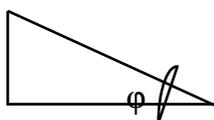
$$\log Y_x = \log k + N \log x$$

$Y_x$  = valor medio acumulado de x unidades

k = valor en tiempo de la primera unidad

x = número de unidades producidas

N = exponente representativo de la pendiente (tang  $\phi$ )



Por definición:

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

La habilidad se determina por la experiencia y sus actitudes inherentes como coordinación natural y ritmo de trabajo. Esta habilidad en una actividad determinada aumenta con el tiempo, ya que una mayor familiaridad con el trabajo trae consigo mayor velocidad, regularidad en el moverse y ausencia de titubeos y movimientos falsos.

- Trabajador calificado - Es aquel de quien se reconoce que tiene las actitudes físicas necesarias, que posee la requerida inteligencia 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.
- Desempeño tipo - Es el rendimiento que obtienen naturalmente y sin forzarse, los trabajadores calificados, como promedio de la jornada o turno siempre que se conozcan y respeten el método especificado y que se les haya dado motivo para querer aplicarse, a este desempeño corresponde el valor de 100 en la valoración de ritmo y desempeño.

## ESTUDIO DE TIEMPOS: VALORACIÓN DEL RITMO

Ejemplos de ritmos de trabajo expresados según las principales escalas de valoración

Escalas				Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable (km/h)
60 - 80	70 - 100	100 - 133	0 - 100		
0	0	0	0	Actividad nula	
40	50	67	50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	3.2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	4.8

80	100	133	100 (ritmo tipo)	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	6.4
100	125	167	125	Muy rápido: el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima del obrero calificado medio	8
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar largos periodos: actuación de <<virtuoso>> solo alcanzada por unos pocos trabajadores	9.6

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

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

Si la valoración fuese siempre impecable, por muchas veces que se valorara y cronometrara un elemento el resultado sería invariablemente que:

#### **Tiempo observado x Valor atribuido = Constante**

Expresada en números, esa fórmula podría presentarse así:

Ciclo	Tiempo observado (minutos decimales)		Valor atribuido	=	Constante
1	0,20	x	100	=	0,20
2	0,16	x	125	=	0,20
3	0,25	x	80	=	0,20

y así sucesivamente.

Quizá parezca curioso que en este ejemplo el producto de 0,20 x 100 sea 0,20 y no 20. Lo que pasa es que la valoración del ritmo nunca da un valor absoluto, sino un valor relativo fijado por comparación con el valor tipo (100), de modo que, al calcular el tiempo corregido, el valor atribuido es el numerador de una fracción en que el denominador es el valor tipo. Cuando este último es 100, la fracción viene a ser un porcentaje, que al ser multiplicado por el tiempo observado da la constante que llamamos «tiempo básico del elemento estudiado».

$$\text{Tiempo observado} \times \frac{\text{Valor atribuido}}{\text{Valor tipo}} = \text{Tiempo básico}$$

Por ejemplo:

$$0,16 \text{ min} \times \frac{125}{100} = 0,20 \text{ min}$$

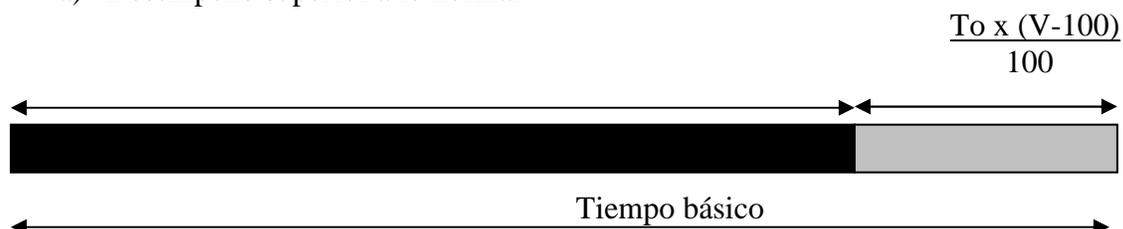
Este tiempo básico (0,20 minutos en el ejemplo) representa el tiempo que se invertiría en ejecutar el elemento (a juicio del observador) si el operario trabajara al ritmo tipo en vez de hacerlo a la velocidad mayor observada de hecho.

Si se estimara que el operario trabaja más despacio de lo normal, se obtendría entonces un tiempo básico inferior al observado, por ejemplo:

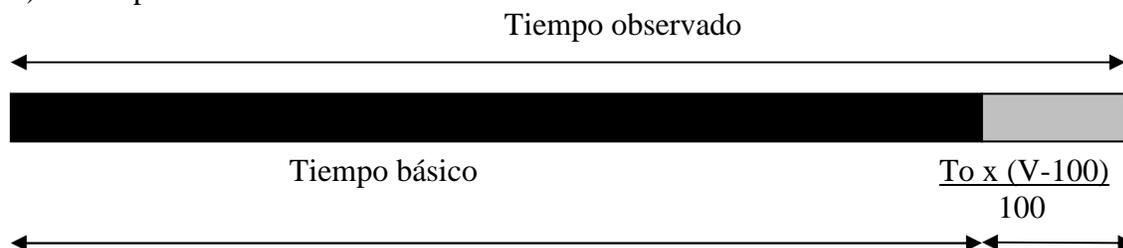
$$0,25 \text{ min} \times \frac{80}{100} = 0,20 \text{ min}$$

### Efecto de la conversión sobre el tiempo de un elemento

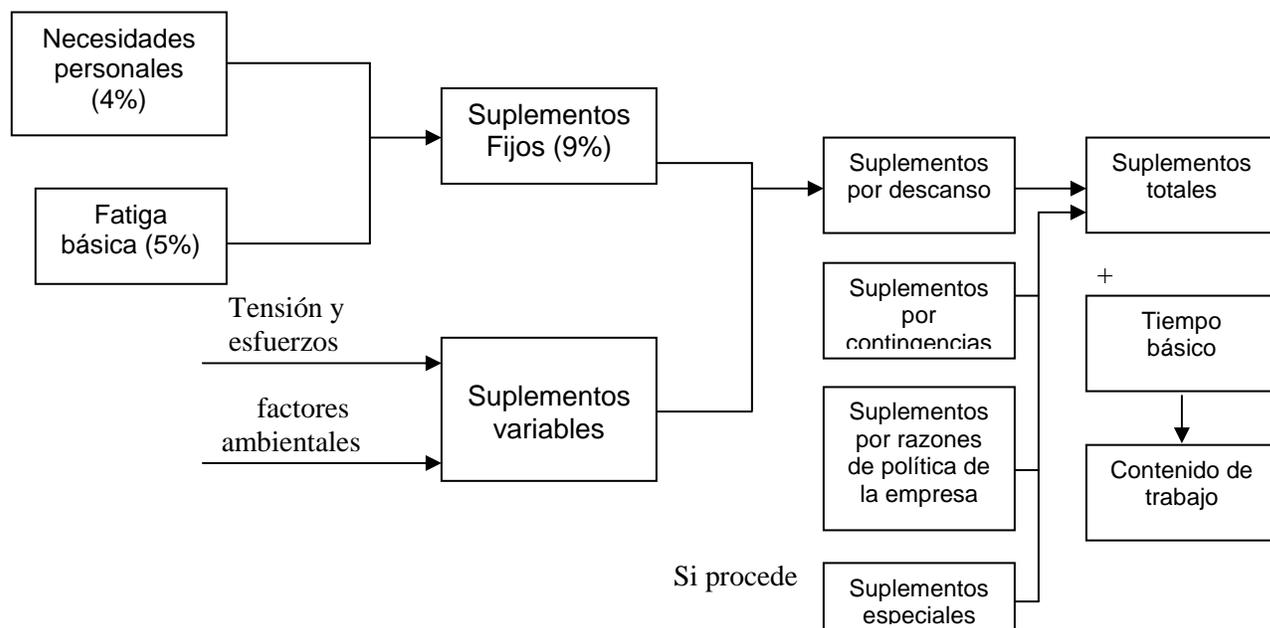
a) Desempeño superior a lo normal



b) Desempeño inferior a lo normal



### SUPLEMENTOS



### Cómo se descompone el tiempo tipo de una tarea manual simple

