



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL

---

“MANUAL DE PRÁCTICAS PARA LA  
ASIGNATURA DE ESTUDIO DEL TRABAJO”

PARTE ESCRITA DEL  
EXAMEN PROFESIONAL

Para obtener el título de:

I N G E N I E R O  
I N D U S T R I A L

Presentan:

LETICIA ORTIZ BERNAL  
ADRIANA ZÁRATE EPSTEIN

*Asesora:*

*M.I. SILVINA HERNÁNDEZ*





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



INGENIERÍA INDUSTRIAL

“MANUAL DE PRÁCTICAS  
PARA LA ASIGNATURA DE  
ESTUDIO DEL TRABAJO”

Integrantes:

ORTIZ BERNAL LETICIA  
ZÁRATE EPSTEIN ADRIANA

Asesora:

M.I. SILVINA HERNÁNDEZ

*Primeramente agradezco a Dios por que me dio fuerzas y salud para terminar esta etapa de mi vida educativa.*

*Agradezco infinitamente a mis padres por el apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de mi educación y por haber confiado en mí.*

*A mis hermanos, por el ejemplo y por los consejos que recibí de cada uno de ellos para ver realizada mi meta.*

*Paco te agradezco por que me enseñaste que se debe ser persistente para lograr lo que se quiere, por el cariño y el apoyo.*

*A mis amigos que me dieron aliento para seguir adelante, con los cuales compartí grandes momentos y disfruté intensamente esta etapa, en particular a Griselda, Adriana y Lilia.*

*Lic. Claudia Loreto gracias por transmitirnos sus conocimientos y por guiarnos en esta ardua tarea.*

*Muy en especial agradezco a quien fue mi asesora M.I. Silvina Hernández por su entrega, dedicación y entusiasmo para la elaboración de este trabajo.*

LETICIA ORTIZ BERNAL

*A mis padres:  
Alejandra y Willy, por apoyarme  
incondicionalmente en todos  
los momentos de mi vida,  
por brindarme su confianza,  
cariño y por ser un ejemplo  
a seguir.*

*A mis hermanos:  
Jacobó,  
Alejandra,  
Susana  
y Paulina  
por compartir toda una  
vida juntos y recibir  
siempre su apoyo.*

*A Esteban por su comprensión y cariño.*

*A Lety por haber sido  
un apoyo durante la  
carrera y por su  
gran amistad.*

*A mis amigos.*

ADRIANA ZÁRATE EPSTEIN

# Indice

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I. METODOLOGÍA	
METODO DE INVESTIGACION .....	4
CAPÍTULO II. MARCO DE REFERENCIA	
MARCO EDUCATIVO .....	14
CAPÍTULO III. PROPUESTA	
PROPUESTA DEL MANUAL DE PRÁCTICAS DE ESTUDIO DEL TRABAJO .....	31
PRÁCTICA 1. EXPERIMENTAL	
DIAGRAMA DE PROCESO DE LA OPERACIÓN .....	38
PRÁCTICA 2. CASO	
DIAGRAMA DE PROCESO DE LA OPERACIÓN .....	41
PRÁCTICA 3. CASO	
DIAGRAMA DE PROCESO DE LA OPERACIÓN .....	44
PRÁCTICA 4. CASO	
DIAGRAMA DE RECORRIDO (DE HILOS) .....	47
PRÁCTICA 5. CAMPO	
DIAGRAMA DE RECORRIDO (DE HILOS) .....	50
PRÁCTICA 6. EXPERIMENTAL	
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO .....	53
PRÁCTICA 7. CAMPO	
DOCUMENTACIÓN DE UN PROCESO .....	58

PRÁCTICA 8. CAMPO	
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA .....	.61
PRÁCTICA 9. EXPERIMENTAL	
DIAGRAMA BIMANUAL .....	.65
PRÁCTICA 10. EXPERIMENTAL	
DIAGRAMA BIMANUAL .....	.69
PRÁCTICA 11. EXPERIMENTAL	
ECONOMÍA DE MOVIMIENTOS .....	.71
PRÁCTICA 12. CAMPO	
DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA .....	.75
PRÁCTICA 13. CASO	
DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA .....	.79
PRÁCTICA 14. EXPERIMENTAL	
THERBLIGS .....	.81
PRÁCTICA 15. EXPERIMENTAL	
ERGONOMÍA .....	.85
PRÁCTICA 16. CASO	
ERGONOMÍA .....	.90
PRÁCTICA 17. CAMPO	
ERGONOMÍA .....	.92
PRÁCTICA 18. EXPERIMENTAL	
TIEMPO CON CRONÓMETRO .....	.94
PRÁCTICA 19. EXPERIMENTAL	
NORMAS DE TIEMPOS PREDETERMINADOS .....	.101
PRÁCTICA 20. CAMPO	
MUESTREO DEL TRABAJO .....	.125
PRÁCTICA 21. EXPERIMENTAL	
BALANCEO DE LÍNEAS .....	.130

PRÁCTICA 22. EXPERIMENTAL CURVA DE APRENDIZAJE .....	134
PRÁCTICA 23. EXPERIMENTAL DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN .....	137
PRÁCTICA 24. CASO DIAGNÓSTICO INDUSTRIAL .....	139
PRÁCTICA 25. CAMPO DIAGNÓSTICO INDUSTRIAL .....	143
PRÁCTICA 26. EXPERIMENTAL MEJORA CONTINUA .....	151
PRÁCTICA 27. CAMPO REINGENIERÍA DEL PROCESO .....	154
CONCLUSIONES .....	157
BIBLIOGRAFÍA .....	158

# Introducción

La propuesta de la creación de un Manual de Prácticas para la asignatura de Estudio del Trabajo está fundamentada en las experiencias escolares y profesionales de las autoras de esta Tesis, a través de las cuales se determinó la necesidad de tener un Manual de Prácticas de Estudio del Trabajo en el que se fomente la creatividad del alumno, que emplee sus conocimientos, cree otros y trabaje en equipo.

Para poder definir la situación que se presenta es importante que primero nos situemos en las necesidades que en la actualidad se están presentando en cuestiones de educación. Vivimos en una época de constante cambio, donde el concepto de enseñanza ha adquirido un nuevo significado. La educación que hoy se imparte pretende ser más completa y significativa, esto con el objeto de que satisfaga las necesidades y cambios mundiales.

Tomando en cuenta este nuevo enfoque educativo, las necesidades actuales y las normatividades de ciertas instituciones, surge la propuesta de crear un nuevo manual de prácticas para la asignatura de Estudio del Trabajo en la carrera de Ingeniería Industrial.

“El Estudio del Trabajo abarca ciertas técnicas, en particular el Estudio de Métodos y la Medición del Trabajo; para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.”

Uno de los objetivos en el Estudio de Métodos y de Tiempos es compaginar las mejores técnicas o habilidades disponibles, con el fin de lograr una eficiente interrelación hombre-máquina, es decir, encontrar una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad.

La Ingeniería de Métodos tiene como objetivo principal incrementar las utilidades de la empresa recopilando información, efectuando análisis, evaluando y estableciendo mejores métodos de trabajo, mejorando procesos y procedimientos, etc.

Dado que la formación del Ingeniero Industrial está fuertemente sustentada en la materia de Estudio del Trabajo se considera necesario que se complemente el laboratorio con un manual de prácticas donde se apliquen normas y mediciones adecuadas para todo tipo de sistemas productivos con el propósito de hacerlos más eficientes y que el alumno obtenga un aprendizaje significativo.

Todo tipo de empresa cuenta con un departamento de producción, donde se determina si un producto va a ser producido con bases para la competitividad, es aquí donde se aplican la iniciativa, creatividad e ingenio para desarrollar relaciones hombre-máquina así como estaciones de trabajo eficientes para trabajos nuevos antes de iniciar la producción. La sección de producción en una industria puede considerarse como el corazón de la misma, y si la actividad de esta sección se interrumpiese, toda la empresa dejaría de ser productiva.

Siendo que el Estudio del Trabajo se encarga especialmente de la productividad, es indispensable recordar que el departamento de producción está íntimamente ligado con los proveedores y clientes, por lo que si no se toma en cuenta, puede repercutir directamente en los recursos de la empresa.

Por lo tanto es necesario que el alumno de la carrera de Ingeniería Industrial adquiera amplios conocimientos en su área y que cuente con un laboratorio de métodos, donde realice prácticas que simulen un departamento de producción para que pueda hacer mediciones, desarrollar su creatividad, tomar decisiones y resolver problemas tipo; para con esto lograr que el exalumno de la Facultad de Ingeniería tenga una idea cercana a la realidad y de la importancia que tiene un departamento de producción en cualquier tipo de empresa.

Por consiguiente, es importante plantearse como objetivo la elaboración de un nuevo manual de prácticas de Estudio del Trabajo en la carrera de Ingeniería Industrial, con la finalidad de que el alumno que curse la parte teórica de la materia, complemente sus conocimientos teóricos con prácticas estructuradas, además de cumplir con los requisitos de CENEVAL, CACEI y CIEES.

En la actualidad, la materia de Estudio del Trabajo en la Facultad de Ingeniería cuenta con un manual de prácticas. Las prácticas son realizadas por los profesores asignados a la materia, éstas no tienen secuencia con el programa de la materia debido a que son impartidas de manera aleatoria de acuerdo a la importancia que cada profesor considere en cada tema. El manual de prácticas que se tiene en la actualidad es de carácter teórico, limitando al alumno a que adquiera la habilidad de desarrollar la capacidad de resolver problemas, visualizar todas las posibles alternativas de solución y de proporcionar los conocimientos que se requieren. Se pretende que este nuevo manual contribuya sustancialmente con la formación más integral del alumno para que comprenda y aprenda todos aquellos conceptos vistos en clase y complementa aquellos que no quedaron claros, además del desarrollo de las actitudes, creatividad y habilidades.

Teniendo un manual de prácticas que complementa la materia de Estudio del Trabajo, el alumno podrá tener conocimientos más amplios que lo ayuden a tener un mejor desenvolvimiento en el campo laboral y se enfrentará a condiciones que no le sean del todo desconocidas gracias a que pudo obtener, con la realización de las prácticas, una idea cercana de los problemas que se le puedan presentar en la industria.

Se puede decir que para lograr una destacada aportación a la asignatura de Estudio del Trabajo se requiere cambiar el manual que existe y elaborar uno nuevo que incluya las prácticas existentes, revisadas y mejoradas, y nuevas prácticas que tengan como fin un saber de investigación y desarrollo, un aprendizaje significativo y una lógica de contenido, procedimientos, actitudes y conceptos.

El nuevo manual de prácticas involucra: prácticas en el laboratorio, prácticas de campo y casos de empresas, con la finalidad de que el alumno pueda analizar los resultados en diferentes circunstancias y compare los resultados obtenidos así como el procedimiento para cada tipo de práctica.

La teoría que está contenida en cada una de las prácticas fue recopilada de los apuntes proporcionados en clase por la M.I. Silvana Hernández y la M.I. Lourdes Arellano (Estudio del Trabajo), y la Ing. Iliana de Silva (Planeación y Control de la Producción); además de las fuentes que aparecen en la bibliografía con el fin de complementar y poner lo más relevante de cada tema en los marcos teóricos de cada una de las prácticas.

# Capítulo

## METODOLOGÍA

### MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

Para la realización de un manual de prácticas de una asignatura, es necesario conocer diferentes métodos y escoger el más adecuado dependiendo del área en estudio; en especial para la materia de Estudio del Trabajo, se discutieron cuatro métodos y son los siguientes:

#### **Método de Rediseño del Trabajo**<sup>1</sup>

1. *Definir* el problema
2. *Recopilar* todos los datos relacionados con él.
3. *Examinar* los hechos con espíritu crítico, pero imparcial.
4. *Considerar* las soluciones posibles y optar por una de ellas.
5. *Aplicar* lo que se haya resuelto.
6. *Mantener en observación* los resultados.

#### **Método 2 sin nombre**<sup>2</sup>

1. *Familiarizarse con el problema*  
¿Por dónde se debe empezar? Empezar por el enunciado del problema.  
¿Qué se puede hacer? Tratar de visualizar el problema como un todo, tan claramente como pueda.  
¿Qué se gana haciendo esto? Se debe Comprender el problema, grabar el propósito en la mente.
2. *Trabajar para una mejor comprensión*  
¿Por dónde se debe empezar? Empezar de nuevo por el enunciado del problema. Empezar cuando dicho enunciado resulte tan claro y se tenga tan bien grabado en la mente que se pueda perder de vista por un momento sin temor de perderlo por completo.

1. B. NIEBEL. Ingeniería Industrial. Estudio de Tiempos y Movimientos. Edit. Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A. pp.

2 POLYA G. "Cómo Plantear y Resolver Problemas", Ed. Trillas, 1976 pp. 50 – 53. México.

¿Qué se puede hacer? Aislar las principales partes del problema. La hipótesis y la conclusión son las principales partes de un “problema por demostrar”; la incógnita, los datos y las condiciones son las principales partes de un “problema por resolver”.

¿Qué se gana haciendo esto? Que se preparen y aclaren detalles que probablemente entrarán en juego más tarde.

3. *En busca de una idea útil*

¿Por dónde se debe empezar? Empezar por considerar las partes principales del problema. Empezar cuando dichas partes estén, claramente dispuestas y concebidas, gracias al trabajo previo, y cuando se considere que nuestra memoria “responde”.

¿Qué se puede hacer? Considerar el problema desde varios puntos de vista y buscar puntos de contacto con los conocimientos previamente adquiridos.

¿Qué se puede encontrar? Una idea que sea útil.

¿Cómo puede ser útil una idea? Las ideas son más o menos terminantes.

¿Qué se puede hacer con una idea incompleta? Se debe considerar.

¿Qué se gana haciendo esto nuevamente? Quizá una nueva idea conduzca directamente al camino de la solución.

4. *Ejecución del plan*

¿Por dónde se debe empezar? Empezar con la idea que conduce a la solución.

¿Qué se puede hacer? Asegúrese que se tiene la plena comprensión del problema.

¿Qué se gana haciendo esto? Una presentación de la solución para la cual la exactitud y corrección de cada paso no ofrece duda alguna.

5. *Visión retrospectiva*

¿Por dónde se debe empezar? Por la solución, completa y correcta en todos sus detalles.

¿Qué se puede hacer? Considerar la solución desde varios puntos de vista y buscar los puntos de contacto con sus conocimientos previamente adquiridos.

¿Qué se gana haciendo esto? Se puede encontrar una solución mejor y diferente, descubrir nuevos hechos interesantes.

### **Método 3**<sup>3</sup>

1. Observación del fenómeno
2. Planteamiento del problema
3. Marco teórico
4. Formulación del problema
5. Hipótesis
6. Comprobación empírica de la hipótesis
7. Conclusiones

### **Método Científico**<sup>4</sup>

#### 1. *Planteamiento de un problema*

El objetivo del planteamiento de un problema es cambiar la exposición vaga y general del problema en una pregunta específica que pueda ser contestada.

#### 2. *Realización de observaciones*

Las observaciones deben ser, exactas, constar de un registro escrito o en película o en cualquier otra forma; ese registro constituye los datos del experimento.

#### 3. *Formulación de una o varias hipótesis*

Una hipótesis es una posible contestación a una pregunta acerca de la naturaleza, basada en las observaciones, lecturas y conocimientos de un científico.

#### 4. *Comprobación de hipótesis*

La prueba científica de una hipótesis se llama experimentación. Un científico debe diseñar un experimento para probar la hipótesis y una vez anotados los datos, deben organizarse y analizarse. La información que se obtiene de un experimento se estudia con el fin de determinar si confirma o no la hipótesis original.

#### 5. *Conclusiones*

Cuando el resultado de la comprobación es positivo, la hipótesis se enuncia en forma de ley, la cual es válida en todos los casos en que se presente bajo las mismas condiciones, el mismo problema.

3. LUNA.A. " Metodología de la Tesis". Ed. Trillas.1996, pp.25-28.

4. GÓMEZ ROMERO JOSÉ. "El Método Experimental". Edit. Harla 1985, México, D.F.

## **APLICACIÓN DEL MÉTODO DE REDISEÑO DEL TRABAJO**

### **Aplicación del Método**

De la discusión de los métodos citados, se consideran más apropiados para la solución del problema el método de rediseño del trabajo (método 1) y el método científico (método 4), debido a que tienen un seguimiento similar para dar solución al problema.

Sin embargo el método científico en su último paso propone el establecimiento de una ley o principio que para la solución del problema en cuestión no es aplicable debido a que existen diferentes variables y condiciones en el uso del manual, que no permiten llegar siempre al mismo resultado.

Por otro lado el método de rediseño del trabajo es muy parecido a las etapas de estudio del trabajo a lo que en sus pasos se refiere, por lo que se apega a lo que se pretende resolver y además tiene un enfoque hacia la asignatura de Estudio del Trabajo.

Los métodos restantes son muy generales, no profundizan en sus etapas, en su importancia y en lo que debe hacerse en cada una de ellas. El método 2 se enfoca principalmente a la comprensión del problema y el método 3 se basa en el método científico, por lo que al igual que el método 4 no es aplicable al problema debido a que no se puede establecer una ley o principio.

A continuación se analiza el problema en cada una de las etapas del Método de Rediseño del Trabajo.

#### 1. Definir el Problema

Se requiere de un nuevo manual de prácticas para la asignatura de Estudio del Trabajo en la carrera de Ingeniería Industrial.

#### 2. Recopilar todos los datos relacionados con él

- a) Se realiza una evaluación de la situación actual de la asignatura de Estudio del Trabajo para detectar las deficiencias que se tienen, se encontró que existe un manual de prácticas para la materia, las prácticas actualmente se realizan en forma teórica, por lo que se detecta que no contribuye a que el alumno sea capaz de analizar los temas que contiene el programa de

la asignatura de Estudio del Trabajo de manera eficiente. Se estudian los temas que sugiere el programa de la asignatura, el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A. C. (CACEI) y el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior A.C. (CENEVAL) así como los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIESS).

- b) También se toma en cuenta la opinión de los profesores de la asignatura de Estudio del Trabajo, los cuales externaron la necesidad de un nuevo manual de prácticas, para que el alumno pueda evaluar y fomentar su creatividad en situaciones muy cercanas a la realidad. Se consultan algunas instituciones que cuentan con un laboratorio y con un manual de prácticas y que además han sido acreditadas por los organismos correspondientes, con la finalidad de comparar programas de estudio para complementar de mejor manera el nuevo manual de prácticas; los nombres de dichas instituciones son: UNIDAD PROFESIONAL DE INGENIERÍA Y CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN (UPICSA), UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS (campus Cholula, Puebla), y LA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD DE PUEBLA.
- c) El equipo con el que actualmente se cuenta en la Facultad de Ingeniería en el departamento de Ingeniería Industrial es:
- 15 cronómetros
  - 1 anemómetro
  - 1 decibelímetro
  - 1 luxómetro
  - 1 tacómetro
  - 1 cinta métrica
  - 1 mecano
  - 1 dispositivo en forma ergonómica
  - 3 discos para toma de tiempos
  - 2 cortadores de poliestireno expandible grandes
  - 4 cortadores de poliestireno expandible manuales
  - 1 banda transportadora especial para control de calidad
- d) Espacio. Actualmente no se tiene un espacio disponible para llevar a cabo las prácticas, las prácticas se realizan en los salones de clase, tratando de adecuarlos de la mejor manera.

Anteriormente se tenía un laboratorio en la planta baja del edificio de la División de Ingeniería Mecánica e Industrial (DIMEI), pero ahora esta área funciona como salón de cómputo.

- e) En base a la normatividad de la Facultad de Ingeniería, un semestre regular dura 16 semanas, según los programas vigentes de estudios aprobados por el H. Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería. La asignatura de Estudio del Trabajo tiene un valor de 10 créditos, lo que significa que tienen que disponerse de 4 horas de teoría, 4 horas de estudio independiente y 2 horas de prácticas por semana, por 16 semanas de un semestre; esto implica que el laboratorio debe de tener al menos 64 horas de uso por parte de los alumnos. Actualmente se tienen 2 grupos y tienen 30 alumnos máximo y según estadísticas de semestres anteriores indican que éste es el promedio de alumnos inscritos a esta asignatura.

### 3. Examinar los hechos con espíritu crítico, pero imparcial

Se identifican las prácticas actuales para seleccionar de entre ellas cuales se pueden seguir utilizando en el nuevo manual de prácticas y cuales se necesitan de acuerdo al programa de la asignatura de Estudio del Trabajo. (Cuadro 1)

El manual de prácticas actualmente cuenta con 12 prácticas, de las cuales 3 son prácticas de campo, 4 que podrían ser incluidas en el nuevo manual de prácticas una vez modificadas en cuanto a objetivos y procedimientos y 5 totalmente teóricas. De las prácticas existentes se han tomado como base los conceptos teóricos, algunas tablas y preguntas tipo para el cuestionario que se elabora al final de cada práctica.

Como las prácticas que existen contienen información valiosa y fueron elaboradas por los profesores de asignatura, cabe señalar que estas prácticas se adecuarán al nuevo manual de prácticas.

### 4. Considerar las soluciones posibles y optar por una de ellas

Para dar solución al problema se determinaron dos soluciones posibles:

- a) Una de ellas es un software de simulación de procesos productivos que amplíe el panorama del alumno respecto al estudio de métodos y tiempos.

**CLASIFICACIÓN DE PRÁCTICAS ACTUALES  
CUADRO 1**

PRÁCTICA	TÍTULO	OBJETIVOS	MATERIAL	COMENTARIOS	SUGERENCIAS
1	Productividad	s/objetivo	s/m	Es teórica	Debe incluirse objetivo, desarrollo, cuestionario y conclusiones Se recomienda que sea práctica de campo.
2	Análisis Factorial	Revisar objetivos	s/m	En el marco teórico no existen expresiones matemáticas	Revisar el marco teórico e incluir expresiones matemáticas Se deben replantear los objetivos y realizar cuestionario. Se recomienda que sea práctica de campo.
3	Cuestionario Guía para un Análisis Factorial	Revisar objetivos	s/m	Esta práctica puede formar parte de la práctica #2	Utilizar expresiones matemáticas dentro del marco teórico Se recomienda que sea práctica de campo Realizar cuestionario
4	Diagrama de Procesos	Revisar objetivos	s/m	Es teórica (el desarrollo es una situación) Incluye diagrama p/ fabricar una tuerca	Se debe buscar una pieza para ensamblar (utilizando desarmadores neumáticos)
5	Diagrama de Procesos	s/objetivo	s/m	Es teórica (el desarrollo es una situación)	Se sugiere realizar marco teórico revisar desarrollo y realizar cuestionario
6	Diagrama de Procesos	s/objetivo	s/m	Es teórica (el desarrollo es una situación)	Se sugiere realizar marco teórico revisar desarrollo y realizar cuestionario Se recomienda fusionar las prácticas 4, 5 y 6
7	Distribución de Planta	revisar objetivo	s/m	Es teórica (el desarrollo es una situación)	Se recomienda ensamblar una pza. para que el alumno detecte el tipo de sist. Productivo y en base a esto determinar la distribución.
8	Hombre-Máquina	revisar objetivo	s/m	Es teórica, revisar marco de referencia	Se sugiere que se realice en base a un caso
9	Diagrama Bimanual cables	revisar objetivo	c/m	Es aplicable al laboratorio de E.T. Marco de referencia apropiado para la realización de la práctica.	Esta práctica debe formar parte del nuevo manual de prácticas. Realizar cuestionario y agregar conclusiones
10	Diagrama Bimanual folder	revisar objetivo	c/m	Es aplicable al laboratorio de E.T. Marco de referencia apropiado para la realización de la práctica.	Esta práctica debe formar parte del nuevo manual de prácticas. Realizar cuestionario
11	Diagrama Bimanual	revisar objetivo	s/m	Es teórica (el desarrollo es una situación)	Debido a que es completamente teórica se recomienda utilizar las prácticas # 9 y # 10 y plantear un caso para realfirmar lo aprendido
12	Diagrama Bimanual	revisar objetivo	s/m	Es teórica (el desarrollo es una situación)	Debido a que es completamente teórica se recomienda utilizar las prácticas # 9 y # 10, plantear un caso.

■ Prácticas de campo

■ Prácticas para el manual

■ Prácticas teóricas

Se analizan las ventajas y desventajas de la simulación a continuación. Entendiendo por simulación de eventos discretos una de las herramientas de investigación de operaciones más ampliamente utilizadas en la actualidad debido a su estructura más fácil y rápida de comprender. Además de la disponibilidad de lenguajes de propósito especial.

### SIMULACIÓN

- Simular es fingir.
- Simular es llegar a la esencia de algo prescindiendo de la realidad.
- Es la técnica de resolver problemas siguiendo los cambios en el tiempo de un modelo dinámico.

### VENTAJAS DE LA SIMULACIÓN

- Puede ser usado repetidamente una vez que el modelo ha sido construido.
- Generalmente son más fáciles de aplicar que los métodos analíticos.
- Los modelos analíticos requieren de muchas suposiciones para hacerlos manejables matemáticamente, la simulación no tienen tantas restricciones.
- La simulación permite estimar medidas de desempeño del sistema existente bajo diferentes escenarios de operación.

### DESVENTAJAS DE LA SIMULACIÓN

- Son costosos y consume mucho tiempo su desarrollo.
- Se usa en situaciones donde existen técnicas analíticas.
- Generalmente no sirven para encontrar soluciones óptimas.
- Dificultad en vender la idea por falta de conocimientos.

### PELIGROS DE LA SIMULACIÓN

- Ver la simulación como un ejercicio complicado de programación
- Confianza en simuladores comerciales accesibles a “cualquiera”, complejos, no documentados, que no implanten la lógica deseada.
- Uso arbitrario de distribuciones y suposiciones.

- Impresionarse con el gran volumen de información y una animación realista, pero que no refleja al sistema estudiado.
- b) La otra solución consiste en la elaboración de un manual de prácticas, para que el alumno pueda analizar en situaciones reales cada uno de los temas de la materia además de que adquiere un conocimiento significativo, es decir que lo incorpore a su personalidad, su forma de ser y actuar, a su manera de trabajar y de relacionarse con los demás.
- Con el nuevo manual de prácticas se pretende que no sea un aprendizaje de tipo memorístico e irrelevante; debe ser un aprendizaje significativo y este se da en la medida en que se presentan las siguientes cuatro condiciones en el estudiante:
1. Es algo que le interesa y tiene ganas de aprenderlo. (Motivación)
  2. Lo entiende, las dudas que se le presentan las aclara. (Comprensión)
  3. Trabaja activamente sobre esa información, la estudia, la elabora, la resuelve. (Participación)
  4. La información le sirve, le es útil, la puede poner en práctica. (Aplicación)

Estas son las cuatro condiciones para que se dé el aprendizaje significativo: motivación, comprensión, participación y aplicación. En la medida que el profesor logre que estén presentes en el proceso de la enseñanza-aprendizaje, estará propiciando el aprendizaje significativo.

Es necesario que el profesor propicie que el alumno adquiera el conocimiento significativo, debe considerar que dicho conocimiento se dará a lo largo de todo el curso teórico-práctico. La labor del profesor debe ser el mantenimiento de cuatro condiciones operantes a lo largo del curso. Las actividades de aprendizaje que utilice, deberán estar diseñadas en función de estas cuatro condiciones:

1. Se mantenga la atención, el interés y la motivación de los alumnos.
2. Se explique y aclare los contenidos que se traten durante el curso y se propicie su comprensión por parte de los alumnos.

3. Se implique la participación activa de los alumnos en el proceso enseñanza-aprendizaje; les pone a trabajar, a pensar, a discutir, a analizar, etc.
4. Se Propicie la aplicación de lo visto y aprendido a situaciones prácticas de la vida real, actual o futura del alumno.

Una vez analizadas las dos alternativas de solución, se decide que la mejor solución es el manual de prácticas, ya que el alumno tiene varias alternativas para la solución de un problema y con el software tiene limitantes que le impiden desarrollar su creatividad e ingenio. Se considera que el software puede ser un complemento del manual de prácticas al igual que la realización de casos.

5. Aplicar lo que se haya resuelto

La aplicación de lo resuelto, se explica a detalle en el capítulo III de esta tesis.

# Capítulo

## MARCO DE REFERENCIA

### MARCO EDUCATIVO

**P**ara realizar el manual de prácticas, consideramos que es importante tener en cuenta a quién, cómo y qué se enseñará. El marco educativo ayuda a situarnos en este contexto tomando en cuenta la manera en como se debe enseñar, es decir, la disposición del profesor de asignatura para que el alumno aprenda, el perfil del egresado de ingeniería industrial, así como también los temas que deben incluirse para que el conocimiento en verdad sea significativo. Respecto a como se enseñará se debe tomar en cuenta la planificación del trabajo docente, que es la previsión inteligente y bien calculada de las diferentes etapas y momentos del trabajo escolar, lo cual incluye el diseño de actividades de profesores y alumnos.

Implica un proceso de toma de decisiones bien fundamentadas, orientando a la organización de actividades de aprendizaje, para posibilitar mejores resultados y, por consiguiente, mayor productividad.

Este proceso debe tomar en cuenta:

*A quien se enseñará:*

Es importante identificar el tipo de alumnos con quienes se trabajará, tomando en cuenta sus características y posibilidades.

*Para que se enseñará:*

Los objetivos de aprendizaje alcanzados por los alumnos estarán en concordancia con los objetivos institucionales y con los propios de la disciplina.

*Qué se enseñará:*

Que está relacionado con el curso y el nivel de éste, así como con los contenidos a abordar. Para ello, la selección de temas debe hacerse dando preferencia a aquellos que tengan un valor formativo y funcional para la profesión, estén vinculados con problemas de actualidad y cuenten con mayor valor social.

Esta labor debe contemplar los intereses y necesidades regionales para cumplir con el perfil del ingeniero industrial, el cual se busca alcanzar y es el siguiente:

#### Perfil Cognoscitivo

“Tiene conocimientos generales que le dan una sólida preparación en Ciencias fundamentales, como son: Física, Matemáticas, Química y Computación. Además de conocimientos profesionales de diseño, materiales, procesos, manufactura, electrónica industrial, paquetería de cómputo, sistemas productivos u operativos y comprende un idioma extranjero.

Aplica la administración industrial en el desarrollo de organizaciones para incrementar la productividad con calidad y rentabilidad.

#### Perfil de Aptitudes

Es capaz de adaptarse a los cambios de vida y trabajo de su profesión con creatividad e imaginación, ya que tiene una comprensión de la naturaleza humana con sentido del arte y cultura general para dirigir e integrar personas, en función de los valores humanos, actuando con libertad como individuo responsable de sus decisiones ante sí mismo y la sociedad.

Tiene habilidad de planeación en los impactos económicos, sociales y ambientales, desarrollando proyectos con capacidad de análisis, síntesis y modelación, siendo responsable en el ejercicio de su profesión.

Posee facilidad de comunicación y de expresión con poder de convencimiento para manejar el diálogo y la concertación con otros profesores, dirigiendo e integrando grupos interdisciplinarios con una actitud emprendedora, iniciativa empresarial y habilidades de liderazgo.

#### Perfil de Actitudes Profesionales

Ejerce su profesión con una conciencia de dignidad como individuo, siendo respetuoso de los demás, por lo que conoce el marco legal que involucran sus acciones y valora su actividad dentro del código de ética profesional mostrando una actitud crítico-constructiva.

Tiene deseos de superación, actitud y capacidad para actualizarse en conocimientos científico-tecnológicos y socio-humanísticos; aprecia su profesión, las actividades gremiales, y se interesa por la educación, la Facultad de Ingeniería y la Universidad. Promueve la superación y desarrollo de compañeros colaboradores.

Es capaz de asimilar, desarrollar y adaptar tecnologías que nos brinden un beneficio económico-social, buscando la preservación del medio ambiente. Tiene confianza en sus conocimientos, lo que le permite resolver los problemas con productividad, actitud innovadora y positiva.

#### Perfil de Actitudes Sociales

Este profesional está comprometido con las necesidades sociales mexicanas, con su cultura, historia, geografía, política y economía. Manifiesta una actitud humanista y congruente en sus pensamientos y acciones en el ejercicio de su profesión con responsabilidad y vocación de servicio a la sociedad. Contribuye al desarrollo social, técnico y material de la Facultad de Ingeniería y de la UNAM”.<sup>1</sup>

#### *Cómo se aprenderá y enseñará:*

Comprende las diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje, así como recursos y medios didácticos a los que se recurre para estimular y facilitar el aprendizaje.

#### *Cómo se verificará y evaluará:*

Se refiere a la forma de recabar datos referentes al aprendizaje de los alumnos y a la manera de evaluarlos, con el fin de saber si se alcanzaron los objetivos de aprendizaje, si la enseñanza fue efectiva y si es preciso hacer ajustes o modificaciones al planteamiento didáctico.

CACEI (Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A.C.) Y CENEVAL (Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior A. C.) son dos organismos que exigen que se abarquen ciertos temas en cada área para que se pueda acreditar y certificar, respectivamente, la carrera de Ingeniería Industrial, por lo que aparte del programa de asignatura, tomaremos en cuenta los requisitos que exigen CACEI y CENEVAL.

#### **CACEI**

#### **CONSEJO DE ACREDITACIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA, A.C.**

#### **LA ACREDITACIÓN**

“La acreditación de un programa educativo es el reconocimiento público de su calidad, es decir, constituye la garantía de que dicho programa cumple con determinado conjunto de estándares de calidad.

1. Folleto de Ingeniería Industrial.

Por razones derivadas de modernización económica de nuestro país, una de las opciones para mejorar la calidad de la educación superior la constituyen el establecimiento de sistemas de acreditación de programas de diferentes disciplinas. Además, la globalización de la economía y los acuerdos sobre transferencia de servicios, derivados de la formación de ingenieros, lo que permite producir profesionales de esta especialidad más competitivos.

En México la acreditación fue señalada como una de las funciones de los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), en el documento publicado en 1991 por la Coordinación Nacional de Planeación para la Educación Superior bajo el título "Estrategia para la Integración y Funcionamiento de los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior" (Comités de Pares).

El Secretariado Conjunto de la Coordinación Nacional para la Planeación de la Educación Superior (CONPES) consideró que los avances logrados en el trabajo de los Comités, particularmente en el campo de la evaluación diagnóstica, constituían una base adecuada para fundamentar la constitución de un sistema de ingeniería de acreditación de programas académicos en el nivel superior, se propuso el establecimiento de un sistema de acreditación para México que tomara en cuenta lo siguiente:

- Contar con la aprobación y el apoyo de la Secretaría de Educación Pública.
- Tener como objetivos el mejoramiento de la calidad académica y la certificación del cumplimiento de estándares mínimos de calidad de los programas de ingeniería.
- Ser considerado como la prestación de un servicio y como una auditoría a la calidad de los programas.
- Intervenir la SEP, los CIEES, la ANFEI, los gremios a través de sus colegios y las asociaciones profesionales de las diferentes especialidades de la Ingeniería, así como el sector productivo, en su planeación, estructuración y operación deberán tener carácter de adopción voluntaria por parte de las instituciones que imparten las carreras de ingeniería.

El CACEI es la primera instancia de este género que se constituye en nuestro país y desempeña una función de gran trascendencia, pues impulsa la elevación de la calidad en la enseñanza de la ingeniería y proporciona un servicio de gran valor a las propias instituciones edu-

cativas, a los estudiantes y a los aspirantes a estudiar esta profesión, y a los empleadores, informando de manera clara y oportuna acerca de lo que pueden esperar de los más de 900 programas que en esta área ofrece actualmente nuestro sistema de educación superior.

CACEI ha establecido un conjunto de requisitos adicionales congruentes con el Marco de Referencia del Comité de Ingeniería y Tecnología considerados como complementarios, cuyo cumplimiento también es tomado en cuenta para otorgar la acreditación.

En lo que a Laboratorios se refiere, se tomaron datos en los cuales se listan los requisitos que deben existir en el laboratorio de INGENIERÍA INDUSTRIAL (LAB. DE MÉTODOS)

### INFRAESTRUCTURA

Deben tenerse por lo menos los laboratorios considerados como indispensables en el Marco de Referencia del Comité de Ingeniería y Tecnología de los CIEES.

Para considerar que un laboratorio de enseñanza cumple con su función, deberá estar a disposición de los alumnos y contar con el equipamiento mínimo funcionando que se señala en el Anexo 2.

### VINCULACIÓN

El programa debe contar por lo menos con una actividad formal de vinculación con el sector social o el productivo.

ANEXO 2	EQUIPAMIENTO MÍNIMO DE LABORATORIOS	INGENIERÍA INDUSTRIAL
---------	-------------------------------------	-----------------------

### LABORATORIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS

1. Determinación de tiempos de maquinado, ensambles, acabados, etc.
2. Balanceo de estaciones y líneas de ensamble.

**Infraestructura:** Tacómetros, cronómetros, cronógrafos, prensa troqueladora, cizalla, cortadora de disco, dobladora, torno, taladro, punteadora, equipo audiovisual (pantalla, monitores, proyectores, cassettes y cámaras de vídeo) y línea de producción con velocidad variable.

ANEXO 1	CONTENIDOS TEMÁTICOS MÍNIMOS	INGENIERÍA INDUSTRIAL
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA		

## **INGENIERÍA DE MÉTODOS**

1. Diseño del método.
2. Alternativas de solución, evaluación, selección y especificación de la opción elegida.
3. Medición del trabajo.
4. Estudio de tiempos y movimientos.
5. Muestreos del trabajo.
6. Tiempo estándar.
7. Balanceo de líneas de producción.
8. Administración en la ingeniería de métodos.
9. Curva de aprendizaje.
10. Manejo de materiales.
11. Seguridad industrial.
12. Automatización.
13. Conceptos y aplicaciones de la robótica.
14. Teoría de restricciones.

En licenciatura se consideran cinco grupos básicos de materias que deberán ser cubiertos con un mínimo de horas totales de clase de teoría y laboratorio. Dentro de la carrera de Ingeniería Industrial, tres son los laboratorios que se consideran indispensables:

- \* Laboratorio de Termofluidos
- \* Laboratorio de Sistemas de Manufactura
- \* Laboratorio de Ingeniería de Métodos

Estos laboratorios deberán estar atendidos por personal docente adecuado, a fin de que los alumnos desarrollen sus habilidades y creatividad.

El equipamiento de los laboratorios debe realizarse de manera que su diseño y operación permitan la participación del profesorado que imparta los cursos respectivos, fomenten el desarrollo de las habilidades y la creatividad de los alumnos.

Los laboratorios deberán tener características de suficiencia, actualidad y buen mantenimiento”.<sup>2</sup>

La Facultad de Ingeniería de la UNAM fue acreditada por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería el 6 de noviembre del 2001. El diagnóstico en el área de interés fue el siguiente:

*Laboratorio de Ingeniería de Métodos:* “El equipamiento del laboratorio es pobre y obsoleto, su espacio físico(actual) no es el adecuado para un laboratorio de métodos, hay que tomar en cuenta que es un área de conocimiento fundamental para la formación del ingeniero industrial. En este laboratorio se avecina un problema más grave en el sentido en que cambiará su ubicación física a otro espacio de dimensiones muy pequeñas de 2 x 5 mt. Espacio insuficiente para un laboratorio.

*Laboratorio de Manufactura:* Cuenta con la infraestructura y equipo acorde a los requerimientos teóricos y prácticos que el estudiante requiere en materia de procesos de manufactura”.<sup>3</sup>

Esta acreditación se otorgó por dos años, pudiéndose refrendar por un periodo de dos años y medio más, siempre y cuando el programa cumpliera con los siguientes requisitos:

#### Requisitos Mínimos

M.2.3.2 Incrementar el número de profesores de tiempo completo que imparten asignaturas del grupo de Ciencias de la Ingeniería, para cubrir el porcentaje mínimo que señala el parámetro respectivo.

M.6.3 Establecer un plan que permita al programa contar con un Laboratorio de Ingeniería de Métodos suficientemente equipado.

#### Requisitos Complementarios

C.2.17. Implementar mecanismos que motiven a los profesores para incrementar la elaboración de material didáctico.

C.5.4. Establecer mecanismos que permitan mejorar la eficiencia del proceso de enseñanza aprendizaje, con objeto de disminuir los altos índices de reprobación que hay en el área de Ciencias Básicas.

C.10.1.2. El Programa deberá establecer mecanismos que le permitan incrementar los índices de titulación, haciendo uso de las diversas opciones reglamentadas.

Con el manual de prácticas se pretende colaborar con el cumplimiento del requisito C.5.4 de CACEI, ya que será un apoyo para la asignatura de Estudio del Trabajo, desarrollando en el alumno habilidades, actitudes y valores de una manera estructurada y programada.

**CENEVAL*****Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior, A.C.***

“La preocupación por evaluar la calidad académica de la educación superior ha estado presente desde hace varias décadas. En 1971, en la XIII Reunión Ordinaria de la Asamblea de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) se propuso la creación de un Centro Nacional de Exámenes. En 1974, la Coordinación de Educación Superior (SEP) impulsó la autoevaluación institucional. En respuesta a la pretensión de las instituciones de mejorar sus niveles académicos y a las propuestas del Estado para regular el desarrollo conjunto y el financiamiento del sistema de educación superior, la evaluación figuró destacadamente en las diversas propuestas de planeación.

En la perspectiva de la modernización educativa se han perfilado, en el campo de la evaluación, tres vertientes o líneas de acción paralelas: la autoevaluación institucional, la evaluación interinstitucional de programas académicos, a través de comités de pares, y la evaluación externa del sistema de educación superior mediante diversos instrumentos y técnicas.

A estas tareas corresponde la evaluación de los estudiantes, tanto de ingreso como de egreso de la educación media superior y superior. Las instituciones educativas, como parte de sus procesos, hacen uso de los exámenes de admisión de los alumnos, evalúan a sus egresados y tienen establecidos requisitos de titulación. Para ambas situaciones, de ingreso y egreso, se fomenta el desarrollo de exámenes externos y comunes que lleguen a ser exámenes nacionales. La idea de un examen previo a la licenciatura, que sustenten todos los aspirantes (Examen Nacional de Ingreso a la Educación Superior, EXANI-II), aparece en diversos acuerdos de la ANUIES. Por otra parte, la idea de un examen externo, sustentado por quienes terminan la licenciatura (Examen General para el Egreso de la Licenciatura, EGEL) también fue compartida entre los rectores y la Secretaría de Educación Pública. Un elemento que comparten ambos exámenes, además de su carácter externo y común, es la propuesta de que deben evaluar los resultados académicos y las habilidades fundamentales.

En 1993, el Secretariado Conjunto de la Coordinación Nacional para la Planeación de la Educación Superior (CONPES) y el Consejo

Nacional de la ANUIES proponen crear una institución que se responsabilice de esta nueva línea de evaluación: la evaluación de resultados. A principios de 1994, se crea el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior, A.C. (CENEVAL), organismo no gubernamental y autofinanciable, que llevaría a cabo las acciones necesarias para realizar los exámenes indicados (EXANI-II y EGEL), así como el Examen Nacional de Ingreso a la Educación Media Superior (EXANI-I).

El CENEVAL tiene por objeto contribuir a mejorar la calidad de la educación media superior y superior mediante evaluaciones externas de los aprendizajes logrados en cualquier etapa de los procesos educativos, de manera independiente y adicional a las funciones que en esa materia realizan las propias autoridades e instituciones educativas. Para cumplir esta finalidad general las acciones del Centro se orientan al cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Diseñar, elaborar, aplicar y calificar exámenes, y otros procedimientos de evaluación educativa, con el fin de evaluar los resultados logrados por los estudiantes que, por ejemplo, aspiran a ingresar a la educación media superior y superior, así como a los egresados de la educación superior y a quienes aspiran a estudios de posgrado.
- Desarrollar y perfeccionar sistemas, instrumentos, procedimientos y estrategias de evaluación cada vez más adaptados a las circunstancias del país.
- Proponer y poner en práctica perfiles e indicadores de desempeño académico que orienten las tareas de evaluación.
- Publicar guías de estudio y materiales relacionados con los exámenes y los instrumentos de evaluación.
- Desarrollar e impulsar estudios e investigaciones sobre las evaluaciones hechas y sus resultados.
- Promover la formación de especialistas, técnicos e investigadores en evaluación.
- Proporcionar asesorías y apoyo en materia de evaluación educativa
- Informar a los propios estudiantes acerca de sus logros educativos.
- Informar a las instituciones y al sistema educativo acerca de los resultados alcanzados por los estudiantes y contribuir así a la evaluación de la calidad de la educación media superior y superior, propiciando acciones eficaces para mejorarla.

- Realizar la medición, evaluación, análisis y difusión de los resultados de la educación media superior y superior, siempre con carácter estadístico”.<sup>4</sup>

Para cumplir con esta finalidad general las acciones del Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior A.C., sugiere que se estudien los temas de importancia en las siguientes áreas.

Algunos de estos temas son:

**AREA: Ciencias de la Ingeniería**

*SUB-AREA: Ingeniería Industrial*

- Producción y productividad
- Estudio de tiempos
- Estudio de movimientos
- Diagramas de proceso
- Tiempos predeterminados
- Balanceo de estaciones y líneas de ensamble

**AREA: Ingeniería Aplicada**

*SUB-AREA: Medio Ambiente de Trabajo*

- Ergonomía
- Condiciones de Trabajo
- Higiene y Seguridad

Una vez vistos los temas a considerar de acuerdo al Plan de estudios, CENEVAL, CACEI y habiendo analizado el programa de la asignatura de Estudio del Trabajo, se sugiere que en el manual de prácticas se desarrollen la mayoría de estos temas para que el alumno adquiera la capacidad de solucionar problemas que a su vez, al darles solución, ayuden al alumno en su desarrollo profesional.

El manual de prácticas que se propone tiene por objetivo el ser una herramienta en la que se combinen el perfil cognoscitivo, de aptitudes y actitudes para los alumnos de Ingeniería Industrial que cursen la materia de Estudio del Trabajo y sea un apoyo para los profesores de la asignatura logrando un complemento del conocimiento teórico-práctico.

Asimismo se considera que el contar con un manual de prácticas se fomenta la creatividad y el trabajo en equipo en los alumnos contribuyendo al desarrollo de una formación integral en ellos.

4. [www.que.es/el/ceneval.com](http://www.que.es/el/ceneval.com)

## **CIEES**

### ***Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior***

“Los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) son nueve cuerpos colegiados, integrados por distinguidos académicos de instituciones de educación superior representativos de las diversas regiones del país, que tienen a su cargo la evaluación interinstitucional de programas, funciones, servicios y proyectos ubicados en el quehacer sustantivo de las instituciones.

#### Sus objetivos

Coadyuvar al mejoramiento de la calidad de la educación superior en México, a través de la evaluación diagnóstica de las funciones institucionales de los programas que se ofrecen en las instituciones de ese nivel de estudios; propiciando que los modelos de organización académica y pedagógica orienten al aprendizaje como un proceso a lo largo de la vida, enfocado al análisis, interpretación y buen uso de la información más que a su acumulación.

Coadyuvar a la promoción de la evaluación externa interinstitucional de los programas de docencia, investigación, difusión, administración y gestión de las instituciones de educación superior del país, procurando que los resultados se utilicen en la toma de decisiones de las instituciones educativas y gubernamentales.

#### Sus funciones

1. La evaluación diagnóstica de programas académicos, de funciones institucionales y de proyectos. Ésta es la función principal de los CIEES y a la cual dedican los mayores esfuerzos.
2. La acreditación y reconocimiento de programas académicos. Ésta se realiza a través de órganos especializados en los que participan las instituciones educativas, los colegios y otras agrupaciones profesionales, los empleadores y el gobierno federal.
3. La dictaminación de proyectos.
4. La asesoría a instituciones de educación superior.

El marco de referencia para la evaluación de CIESS, en el criterio 6 de Infraestructura dice con respecto a los laboratorios lo siguiente:

- La infraestructura constituye un elemento importante y necesario para que las actividades académicas se lleven a cabo de manera eficiente y brinden la oportunidad de lograr mayores desarrollos de un programa o carrera.
- El Programa de Ingeniería debe tener al menos los siguientes laboratorios: taller Mecánico, laboratorio de Termofluidos, laboratorio de Sistemas de Manufactura\* y laboratorio de Ingeniería de Métodos\*, donde los marcados con\* se consideran indispensables.
- Los laboratorios deben ser atendidos por personal docente adecuado, a fin de que los alumnos desarrollen sus habilidades de creatividad.
- El equipamiento de los laboratorios debe realizarse de manera que su diseño y operación permitan la participación del profesorado que imparta los cursos respectivos y fomente el desarrollo de las habilidades y creatividad de los alumnos.
- Los laboratorios debe tener características de suficiencia, actualidad y creatividad de los alumnos.
- Los laboratorios deben tener características de suficiencia, actualidad y buen mantenimiento”.<sup>5</sup>

## **ESTUDIO DEL TRABAJO**

Al tomar como base la asignatura de Estudio de Trabajo para la elaboración del manual de prácticas, es primordial recalcar la importancia que tiene para el ingeniero industrial ya que es la esencia de la carrera, debido a que abarca una gran parte del trabajo que el ingeniero tiene que realizar.

“Se entiende por estudio del trabajo, genéricamente ciertas técnicas, y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

El estudio del trabajo se emplea, por tanto, especialmente en función de la productividad, puesto que sirve para obtener una producción mayor a partir de una cantidad de recursos dada, sin invertir más capitales, salvo quizás un monto muy limitado.

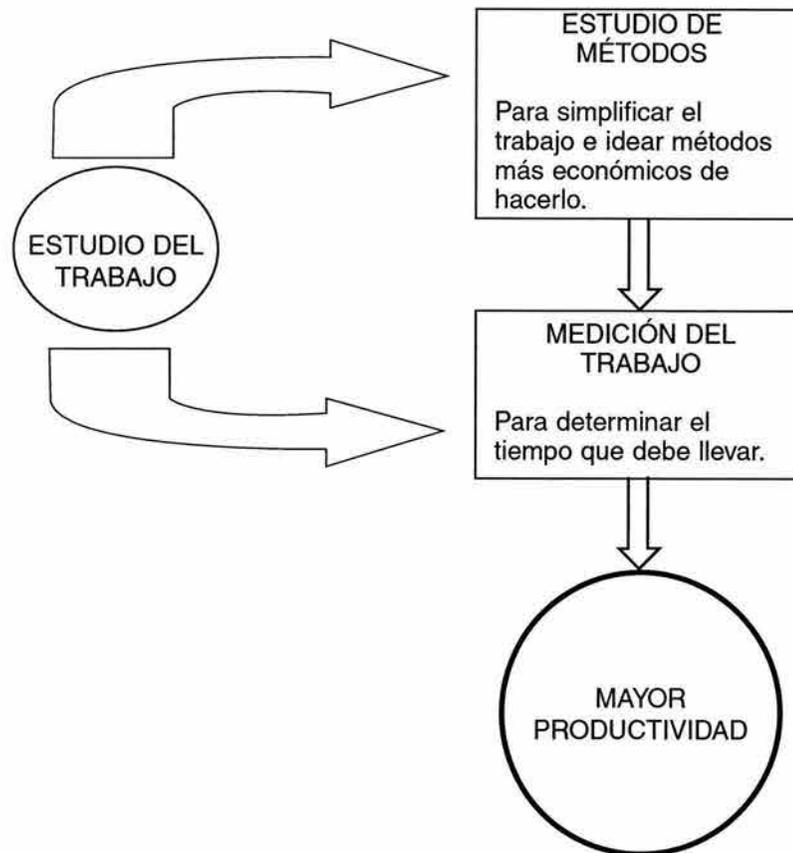
5. [www.ciees.edu.mx](http://www.ciees.edu.mx)

La utilidad del estudio del trabajo radica en que:

- Es un medio de aumentar la productividad de una fábrica o instalación mediante la reorganización del trabajo, método que normalmente requiere poco o ningún desembolso de capital para instalaciones o equipo.
- Es sistemático, de modo que no se puede pasar por alto ninguno de los factores que influyen en la eficacia de una operación, ni al analizar las prácticas existentes ni al crear otras nuevas, y que se recogen todos los datos relacionados a la operación,
- Es el método más exacto conocido hasta ahora para establecer normas de rendimiento, de las que dependen la planificación y control eficaces de la producción.
- Las economías resultantes de la aplicación correcta del estudio del trabajo comienzan de inmediato y continúan mientras duren las operaciones en su forma mejorada.
- Es un “instrumento” que puede ser utilizado en todas partes. Dará buen resultado dondequiera que se realice un trabajo manual o funciones una instalación, no solamente en talleres de fabricación, sino también en oficinas, comercios, laboratorios e industrias auxiliares, como las de distribución al por mayor y al por menor y los restaurantes, y en las explotaciones agropecuarias.
- Es uno de los instrumentos de investigación más penetrantes de que dispone la dirección. Por eso es un arma excelente para atacar las fallas de cualquier organización, ya que al investigar a un grupo de problemas se van descubriendo las deficiencias de todas las demás funciones que repercuten en ellos.

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.

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.



### PROCEDIMIENTO BÁSICO PARA EL ESTUDIO DEL TRABAJO

Es preciso recorrer ocho etapas fundamentales para realizar un estudio del trabajo completo, a saber:

1. Seleccionar el trabajo o proceso a estudiar.
2. Registrar por observación directa cuanto sucede utilizando técnicas más apropiadas y disponiendo los datos en la forma más cómoda para analizarlos.
3. Examinar los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo; el orden en que se ejecuta; quién la ejecuta, y los medios empleados.
4. Idear el método más económico tomando en cuenta las circunstancias.
5. Medir la cantidad de trabajo que exige el método elegido y calcular el tiempo tipo que lleva hacerlo.

6. Definir el nuevo método y el tiempo correspondiente para que pueda ser identificado en todo momento.
7. Implantar el nuevo método como práctica general aceptada con el tiempo fijado.
8. Mantener en uso la nueva práctica mediante procedimientos de control adecuados.

Las etapas 1, 2 y 3 son inevitables, ya que se emplea la técnica del estudio de métodos o la medición del trabajo; la 4 forma parte del estudio de métodos corriente, mientras que la 5 exige la medición del trabajo.”<sup>6</sup>

Dentro de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, se tiene el siguiente programa, el cual se toma en cuenta para la realización del manual de prácticas para darle seguimiento a los temas que se tocan en las clases teóricas y así poder ser un complemento que ayude a alcanzar el conocimiento significativo.

6. “Introducción al Estudio del Trabajo”. 2a. Edición. Oficina Internacional del Trabajo. Ginebra pp. 35-49.

1 de abril de 1995

\* Consejo técnico de la Facultad:

\* Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías:

30 de enero de 1996

Programa de Asignatura: ESTUDIO DE TRABAJO Carrera: ING. INDUSTRIAL  
 Clave: \_\_\_\_\_ Núm. de créditos: 10  
 Semanas: 16 Semestre: 6  
 Duración del curso: Teoría: 96 Horas: 6  
 Teoría: 4 Obligatoria: x  
 Horas a la semana: Prácticas: 2 Opciativa: \_\_\_\_\_

**OBJETIVO DEL CURSO**  
 El alumno aplicará y diseñará normas y mediciones adecuadas para todo tipo de sistemas productivos con la finalidad de hacerlos más eficientes.

**TEMAS**

Núm.:	Nombre:	Horas:
I	DIAGNOSTICOS DE PRODUCTIVIDAD	10
II	ESTUDIO DE METODOS	20
III	ESTUDIO DE TIEMPOS	20
IV	SALARIOS E INCENTIVOS	8
V	ANALISIS Y EVALUACION DE PUESTOS	6
		<hr/> 64

Asignatura: ESTUDIO DEL TRABAJO

**ANTECEDENTES, OBJETIVOS Y CONTENIDOS DE LOS TEMAS**

**I DIAGNOSTICOS DE PRODUCTIVIDAD**

ANTECEDENTES:

Productividad

OBJETIVO:

El alumno interpretará la acción de todas y cada una de las funciones que participan en la actividad productiva y competitiva de la empresa.

CONTENIDO:

- 1.1 Evaluación de los factores de operación y funciones.
- 1.2 Tablas de análisis factorial y causal.
- 1.3 Matriz de limitaciones y causas, teoría del factor limitante.
- 1.4 Procedimiento para la realización de un diagnóstico de productividad.

**II ESTUDIO DE METODOS**

ANTECEDENTES:

Probabilidad

OBJETIVO:

El alumno conocerá y aplicará técnicas necesarias para mejorar un sistema productivo y estandarizar los métodos de trabajo.

CONTENIDO:

- 11.1 Metodología del estudio de métodos.
- 11.2 Gráficas-Elaboración de diagramas de proceso de recorrido. Hombre-Máquina. Actividades múltiples, bimanual, therblings y otros.
- 11.3 Técnicas para el análisis de diagramas.
- 11.4 Principios de la economía de movimientos.
- 11.5 Ergonomía.
- 11.6 Diseño y estandarización de métodos de trabajo.

**III ESTUDIO DE TIEMPOS**

ANTECEDENTES:

Probabilidad

OBJETIVO:

El alumno aplicará las técnicas de estudio de tiempos.

Asignatura: ESTUDIO DEL TRABAJO

ANTECEDENTES, OBJETIVOS Y CONTENIDOS DE LOS TEMAS

CONTENIDO:

- III.1 Medición del trabajo.
- III.2 Estudio de tareas. Análisis movimiento-tiempo.
- III.3 Técnicas para la obtención de tiempos estándar. Muestreo, cronómetro, tiempos tipo, tiempos predeterminados.
- III.4 Valoración del ritmo de trabajo.
- III.5 Establecimiento de tolerancias o suplementos.
- III.6 Curva de aprendizaje.

IV SALARIOS E INCENTIVOS

ANTECEDENTES:

Ninguno

OBJETIVO:

El alumno conocerá y aplicará técnicas para la implantación de un sistema de salarios e incentivos de una empresa.

CONTENIDO:

- IV.1 Planes económicos directos e indirectos.
- IV.2 Planes no económicos.
- IV.3 Requisitos para la implantación de un plan de incentivos.
- IV.4 Relaciones con los trabajadores y organismos sindicales.
- IV.5 Administración del sistema de salarios e incentivos.
- IV.6 Contrato colectivo de trabajo.

V ANALISIS Y EVALUACION DE PUESTOS

ANTECEDENTES:

Ninguno

OBJETIVO:

El alumno realizará el análisis y la evaluación de los puestos que componen un sistema productivo u operativo.

CONTENIDO:

- V.1 Definición del análisis de puestos.
- V.2 Implantación de los métodos de análisis de puestos.
- V.3 Descripción y especificación de puestos.
- V.4 Tipos de análisis de puestos de acuerdo al nivel organizacional.
- V.5 Características generales de los métodos no cuantitativos para la evaluación de puestos.
- V.6 Diferenciación de los métodos no cuantitativos con los métodos híbridos y cuantitativos.

Asignatura: ESTUDIO DEL TRABAJO

TECNICAS DE ENSEÑANZA ELEMENTOS DE EVALUACION

- Exposición oral \_\_\_\_\_ (X)
- Exposición audiovisual \_\_\_\_\_ (X)
- Ejercicios dentro de clase \_\_\_\_\_ (X)
- Ejercicios fuera del aula \_\_\_\_\_ ( )
- Seminarios \_\_\_\_\_ ( )
- Lecturas obligatorias \_\_\_\_\_ (X)
- Trabajos de investigación \_\_\_\_\_ (X)
- Prácticas de taller o laboratorio \_\_\_\_\_ (X)
- Prácticas de campo \_\_\_\_\_ ( )
- Otras: \_\_\_\_\_ ( )

- Exámenes parciales \_\_\_\_\_ (X)
- Exámenes finales \_\_\_\_\_ (X)
- Trabajos y tareas fuera del aula \_\_\_\_\_ (X)
- Participación en clase \_\_\_\_\_ (X)
- Asistencia a prácticas \_\_\_\_\_ (X)
- Otras: \_\_\_\_\_ ( )

ANTECEDENTES

Asignatura

PROBABILIDAD

CONSEQUENTES

Asignatura

DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS  
EVALUACIÓN DE PROYECTOS

# Capítulo

## PROPUESTA

### PROPUESTA DEL MANUAL DE PRÁCTICAS DE ESTUDIO DEL TRABAJO

Una vez reunida toda la información necesaria para la realización del manual, se consideran los siguientes puntos para el contenido de las prácticas:

- **Número y Título de la práctica**

El número de cada práctica se asigna según el programa de la asignatura, siguiendo los temas que ahí se plantean, asimismo el nombre de cada práctica se establece de acuerdo a los temas que se vayan a estudiar en ésta.

- **Objetivo.**

Para la realización del manual de prácticas es necesario tener claros los objetivos que se van a seguir en cada una de las prácticas, para que el alumno entienda claramente el porque y para que de la práctica, para ello es recomendable considerar lo citado en la gaceta de la Facultad de Ingeniería del artículo *objetivos o intenciones de aprendizaje* por la Lic. Claudia respecto a los objetivos: “Los objetivos o intenciones educativos son enunciados que describen con claridad las actividades de aprendizaje a propósito de determinados contenidos curriculares, así como los efectos esperados que se pretenden conseguir en el aprendizaje de los alumnos al finalizar una experiencia, sesión, episodio o ciclo escolar. Cualquier práctica educativa, sin un cierto planteamiento explícito de sus objetivos o propósitos, quizá derivaría en cualquier otro tipo de interacción entre personas que no busque dejar un aprendizaje intencional en los que las reciben.

Los objetivos o intenciones deben planificarse, concretizarse y aclararse con un mínimo de rigor, dado que suponen el punto de partida y el de llegada de toda la experiencia educativa y además,

desempeñan un importante papel orientativo y estructurante de todo el proceso.

Partiendo del reconocimiento de que en los programas escolares los objetivos deben tener un cierto nivel de concretización apropiado (grado de especialización en su formulación), y con la aceptación también de la función relevante que desempeñan en las actividades de planificación, organización y evaluación en la actividad docente, situándose en el plano instruccional, centrándose en describir cómo los objetivos pueden fungir como genuinas estrategias de enseñanza.

Una primera consideración que se debe señalar radica en la necesidad de formularlos de manera tal, que estén orientados hacia los alumnos. Los objetivos no tendrían sentido si no fueran comprensibles para los aprendices o si éstos no se sintieran aludidos en su enunciación. Es pertinente puntualizar que deben ser contruidos en forma directa, clara y entendible; asimismo, es necesario dejar en claro en su enunciación las actividades, contenidos y /o resultados esperados que deseamos promover en la situación pedagógica.

Las funciones de los objetivos como estrategia de enseñanza son las siguientes:

- Actuar como elementos orientadores de los procesos de atención y aprendizaje.
- Servir como criterios para poder discriminar los aspectos relevantes de los contenidos curriculares (sea por vía oral o escrita), sobre los que hay que realizar un mayor esfuerzo y procesamiento cognitivo.
- Permitir generar expectativas apropiadas acerca de lo que se va a aprender.
- Permitir a los alumnos formar un criterio sobre qué se espera de ellos al término de una clase, episodio o curso.
- Mejorar considerablemente el aprendizaje intencional; el aprendizaje es más exitoso si el aprendiz es consciente del objetivo.
- Proporcionar al aprendiz los elementos indispensables para orientar sus actividades de automonitoreo y de auto-evaluación”.<sup>1</sup>

1 Artículo: “Objetivos o intenciones de aprendizaje”. Lic. Claudia Loreto Miranda. Gaceta de la Facultad de Ingeniería. Número 17. pp.10-11.

Por lo tanto los objetivos son un punto clave dentro de la enseñanza impartida a los alumnos, por lo que es importante que en cada tema se logre un aprendizaje significativo y esto se puede reforzar con el manual de prácticas, para que el alumno sea capaz de integrar los conocimientos teóricos con los prácticos y se puedan alcanzar los niveles taxonómicos necesarios en cada tema, para que el alumno adquiera los conocimientos requeridos de acuerdo a la importancia del tema; los niveles taxonómicos se toman y se analizan de la tabla de Benjamín Bloom que se muestra en la Tabla 2.

- **Equipo y material a utilizar.**

Se clasifica el equipo que puede ser de utilidad en la realización de las prácticas contenidas en el manual, así como la necesidad de nuevo equipo. Se lista en cada práctica el material y equipo a utilizar con el objetivo de que cada equipo obtenga su material completo correspondiente.

El equipo mínimo según CACEI<sup>2</sup>:

ANEXO 2	EQUIPAMIENTO MÍNIMO DE LABORATORIOS	INGENIERÍA INDUSTRIAL
---------	-------------------------------------	-----------------------

### LABORATORIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS

1. Determinación de tiempos de maquinado, ensambles, acabados, etc.
2. Balanceo de estaciones y líneas de ensamble.

### INFRAESTRUCTURA

- > Tacómetros
- > Cronómetros
- > Cronógrafos
- > Prensa troqueladora
- > Cizalla
- > Cortadora de disco
- > Dobladora
- > Torno
- > Taladro
- > Punteadora

<sup>2</sup> CACEI Manual del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A.C. (CACEI) anexo 2 Equipamiento mínimo de Laboratorio pag. 31



- Equipo audiovisual (pantalla, monitores, proyectores, cassettes y cámara de video)
- Línea de producción con velocidad variable

Además es indispensable contar con:

Equipo de proyección

- ✓ 1 televisor

Mobiliario

- ✓ gabinete con entrepaños
- ✓ mesas de trabajo
- ✓ sillas
- ✓ pizarrón para plumín fugaz blanco
- ✓ escritorio para profesor

Equipo de práctica

- ✓ desatornilladores
- ✓ cronómetros digitales
- ✓ luxómetros
- ✓ decibelímetro
- ✓ anemómetros

- **Marco Teórico.**

Como marco teórico se pone una síntesis del tema, lo más relevante de éste, se proporcionan técnicas, métodos para resolver de manera eficiente cada una de las prácticas y aquellas expresiones matemáticas que son difíciles de recordar para el alumno, ya que en la clase teórica los temas son ampliados por el profesor de asignatura.

- **Desarrollo de la práctica.**

El desarrollo se lleva a cabo de una forma abierta, es decir, dejando sólo los pasos que sean indispensables para la realización de la práctica, con la finalidad de que el alumno sea capaz de analizar el objetivo de la práctica y el desarrollo de ésta, con la orientación del profesor, promoviendo así la creatividad del alumno.

- **Actividades.**

En esta parte se sugiere específicamente lo que se debe realizar

en cada una de las prácticas con el fin de que el alumno pueda contestar al cuestionario propuesto.

- **Cuestionario.**

Este punto es imprescindible para hacer que el alumno tenga presente la esencia de lo que fue la práctica, evalúe su conocimiento con preguntas tendientes a despertar y conservar el interés.

- **Resultados y discusión de resultados**

Es de suma importancia que el alumno analice los resultados obtenidos, con el fin de que comprenda el objetivo de la práctica y asimismo que sea capaz de llevar a cabo una discusión y evaluación de los resultados si son reales o no y porque.

- **Conclusiones y recomendaciones.**

El alumno debe analizar los resultados obtenidos y compararlos con los objetivos de la práctica, para que evalúe si fueron alcanzados.

El manual de prácticas que a continuación se presenta consta de 27 prácticas, ordenadas por temas de acuerdo al temario de la asignatura; aunque pueden variar según el plan de trabajo de cada profesor.

El manual de prácticas incluye *prácticas experimentales en el laboratorio*, *prácticas de campo* y *casos*. Los casos son un complemento de las prácticas experimentales (simulaciones) y a diferencia de las prácticas experimentales, los casos son un relato donde se incluyen los datos necesarios para resolver el problema en cuestión.

Las prácticas de simulación son más abiertas al tema, con el fin de que el alumno recopile la información que considere necesaria para

resolver lo que se le plantea en el laboratorio, diferenciando así lo teórico que puede parecer un caso y lo dinámico de una práctica; es importante que el alumno sugiera las diferentes formas de plantear y resolver una práctica.

Se consideran en el manual las prácticas de campo, con la finalidad de que el alumno analice datos reales de la industria y comprenda la importancia de éstos, diferenciando con la simulación realizadas en el laboratorio y reforzando sus conocimientos en los casos.

El manual de prácticas sugiere un procedimiento para la resolución de cada una de las prácticas contenidas, pero queda abierto al criterio del profesor para realizar el procedimiento, dependiendo de la importancia que se de a cada tema; siempre y cuando se alcancen los objetivos propuestos en cada una de las prácticas.

Las prácticas llevan el nombre de algunos de los temas de la materia de Estudio del Trabajo, sin embargo algunas prácticas pueden ser utilizadas para varios temas y para esto se hace la sugerencia al final de la práctica.

Se sugiere que para cada práctica se realicen hojas de cálculo, así como tablas, diagramas, planos, etc. que sean necesarios para complementar el estudio de cada práctica.

Es importante solicitar a los alumnos lleven a cabo una discusión sobre los resultados obtenidos, en cuanto a su sensibilidad a la variación de métodos, comparándolos con otros que puedan también llevarse a cabo; logrando con esto despertar su sensibilidad, reforzar su buen juicio y fomentar el trabajo en equipo.

Se recomienda que se agreguen comentarios y conclusiones al final de cada práctica definiendo si fueron alcanzados o no los objetivos propuestos al inicio de las prácticas.

# Práctica EXPERIMENTAL

## DIAGRAMA DE PROCESO DE LA OPERACIÓN

**OBJETIVO:** Que el alumno obtenga una imagen clara de toda la secuencia de acontecimientos del proceso con el fin de obtener una mejor distribución, disminuir esperas y estudiar las operaciones.

### MARCO TEÓRICO

Los diagramas son la representación gráfica de un trabajo que ha sido dividido en elementos o en unidades básicas. Los diagramas ayudan a analizar y mejorar el método actual; son también auxiliares descriptivos y de comunicación para entender el proceso y las actividades.

El diagrama de procesos es una de las técnicas usadas para registrar el orden de sucesión de un proceso; es decir, una serie de acontecimientos o actividades en el orden en el cual se producen.

Después de elegir el trabajo que se va a estudiar, la siguiente etapa del proceso básico es la dedicada a registrar todos los hechos relativos al método existente. El éxito del procedimiento integro depende del grado de exactitud con que es registren los hechos, puesto que servirán de base para hacer el examen crítico y para idear el método perfeccionado.

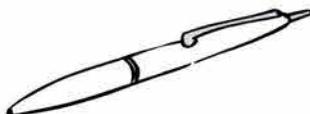
Hay técnicas o instrumentos de anotación, de modo que se puede registrar informaciones detalladas con precisión y al mismo tiempo en forma estandarizada, a fin de que todos los interesados la comprendan de inmediato.

Entre tales técnicas, las más comunes son los gráficos y diagramas, de los cuales hay varios tipos, cada uno con su respectivo propósito.

Un diagrama de proceso de operación es la representación gráfica de todas las operaciones, inspecciones y entradas de material que tienen lugar en un proceso determinado; nos indica las conexiones de los subconjuntos (subensambles) con el conjunto principal y nos muestra además el tiempo y sus tolerancias para cada operación e inspección.

### **MATERIAL Y EQUIPO**

- Plumas
- Cronómetro



### **DESARROLLO**

1. Formar dos equipos A y B
2. El equipo A simulará una línea de ensamble de plumas, asignándose tareas a cada uno de los integrantes del equipo. El equipo B deberá documentar el proceso del equipo A indicando la afluencia de todos los componentes que entran en el proceso de ensamble y tomando tiempos de cada una de las actividades que se realizan.
3. Se intercambian posiciones y ahora el equipo B aplicará un nuevo método de trabajo teniendo como objetivo mejorar la secuencia de las operaciones.

### **ACTIVIDADES**

Realizar el diagrama de proceso de operación para el ensamble de plumas.

Registrar y tomar el tiempo de todas las operaciones e inspecciones en el proceso de ensamble de los componentes de la pluma.

Proponer un nuevo diagrama y justificar las mejoras.

### **CUESTIONARIO**

1. ¿Cuál es la mejor sucesión o secuencia de programación de los pedidos teniendo en cuenta el tipo de operación, las herramientas requeridas, colores, etc.?
2. ¿Cómo se pueden agrupar operaciones de grupo semejantes de manera que puedan efectuarse al mismo tiempo?
3. ¿Cuánto pueden reducirse con una programación mejorada los tiempos muertos y el tiempo extra de trabajo?

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADO**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Práctica

## CASO

### DIAGRAMA DE PROCESO DE LA OPERACIÓN

**OBJETIVO:** Que el alumno construya un diagrama de operación y analice las ventajas y desventajas que existen en estudiar un caso o en simular una línea de producción en el laboratorio.

#### *Compañía fabricante de utensilios de cocina*

#### **SITUACIÓN**

Esta compañía ha notado una baja en la producción de uno de sus artículos. Por lo que pidió al supervisor que pasara una descripción completa de la elaboración de ese producto y los problemas que el notara, por lo que el gerente de planta recibe la siguiente información:

Para elaborar una olla de aluminio (10516) se siguió el siguiente procedimiento:

El día 23 de Junio de 1994 una persona que se encuentra en una mesa toma discos de aluminio de una pila y los coloca en la mesa donde tiene un depósito con aceite y una estopa, con la cual va aceitando disco por disco y colocándolos en el otro extremo de la mesa hasta terminar con los discos acercados; luego la persona operadora de la máquina 218 toma una pila de discos de los ya aceitados y regresa a su máquina caminando tres metros.



Con los discos que aguante una vez estando en su máquina toma y opera para el primer embutido. El tiempo solo de embutido es de 6 segundos, saca la pieza de la máquina y la coloca en la banda, la cual la transporta a 50 m. hasta donde se encuentra la máquina 209 en donde se sella.

Se le hace el vapor<sup>1</sup> y se corta el sobrante, el cual es retirado manualmente corriendo el riesgo de accidentarse; el tiempo de operación es de 6 seg. de ahí la persona que opera la máquina 209 coloca en la banda el artículo el cual recorre 15m. hasta llegar a la máquina 315, en donde una persona raya y acordona el artículo, lo cual tiene una duración de 8.5 seg. por cabezal; el mismo operador tiene que alimentar dos cabezales.

Como el tiempo es mayor que el de la máquina anterior se le van amontonando, por lo que tiene que bajar las piezas al suelo; pero además de esto a veces le cuesta trabajo colocar la pieza en el cabezal por que se enchueca o viene muy justa, por lo que la persona se encuentra rodeada de artículos para procesar, para pasar al siguiente paso se coloca el artículo en banda y es transportado a las esmeriladoras que se encuentran a 3m. el tiempo de esmerilado es de 24.3 seg. y se hace manualmente, están dos personas, por lo que a veces están sin trabajo.

Al final de la banda se encuentra un disco giratorio donde llegan todas la piezas de línea y en donde se encuentra una persona (o varias) seleccionando las piezas para la siguiente operación, colocándolas en estibas diferentes, dependiendo del proceso a seguir, las piezas ya esmeriladas son colocadas en una caja hasta que esta se llana y las no esmeriladas las coloca en otra caja, ya que a las personas de esmerilado por distracciones el trabajo con frecuencia se les pasan las piezas sin esmerilar, las cuales son regresadas cuando ya se cuenta con una cantidad considerable.

La primera caja ya llena se lleva al inicio de la banda de los pulidores, se coloca en banda en donde avanzan de 20 a 25m. dependiendo de que pulidor no tenga trabajo y ahí se realiza el pulido exterior que tarda 15 seg. El operador coloca la pieza ya pulida en banda para que avancen de 2 a 7m., dependiendo de donde se hizo el pulido, para que se realice el mateado de fondo que tiene una duración de 7 seg.; hay dos personas haciendo esta operación, van colocando las piezas conforme van mateando el fondo en la banda que las lleva a ensamble, que se inicia a los 8m.

El ensamble se inicia remachando asas (3seg. por asa) en ocasiones no cae el remache y el operador tiene que desatorarlo, por lo que se le pasan algunos artículos y se le van hasta el final los productos ya

<sup>1</sup> Vapor: Significa hacer el soporte para que no se suma la tapa.

con asas lo colocan en una rampa de 80 cm. de largo que desemboca en la banda de lavado, en donde se encuentra una persona colocándolos de forma que se desengrase y no se golpeen ni se caigan y son transportados a través de esta lavadora por 25m. para desengrase. Al final de la lavadora se encuentra otra persona colocando los artículos que salen en una tarima y al mismo tiempo los inspecciona. Una vez más llena la tarima los artículos son transportados con montacargas a la línea de ensamble de 40m.

La última persona toma un artículo, una tapa, los etiqueta, los envuelve y los coloca en otra tarima. Finalmente, una vez llena la tarima es llevada al almacén de productos terminados con un montacargas.

### **ACTIVIDADES**

Elaborar un diagrama de proceso de operación de la fabricación de la olla de aluminio.

Explicar ventajas y desventajas del punto anterior y hacer una mejora del diagrama de proceso de operación.

### **CUESTIONARIO**

1. ¿Qué ventaja tiene el presentar un diagrama en lugar de un relato?
2. ¿Qué ventaja tiene el diagrama para el análisis del proceso?
3. ¿Qué es una operación y una inspección?
4. ¿Cómo se podrían representar las entradas de material en el proceso?

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Práctica

## CASO

### DIAGRAMA DE PROCESO DE LA OPERACIÓN

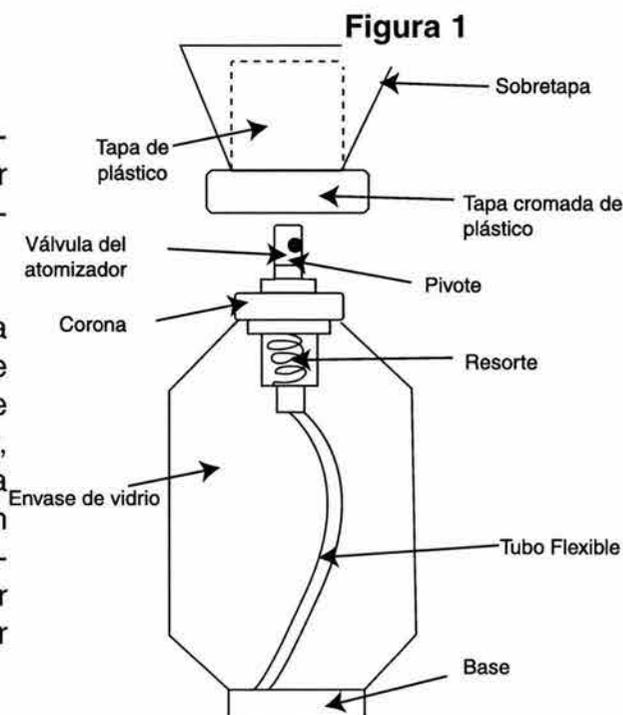
**OBJETIVO:** Que el alumno comprenda la importancia de un diagrama de proceso de la operación en la representación gráfica de operaciones, inspecciones y entradas de material, para la mejora de un sistema productivo y sea capaz de distinguir la diferencia que existe al elaborar un diagrama de este tipo en el laboratorio y de realizarlo en un caso.

**Caso: Fabricación de un Perfume**

**SITUACIÓN:**

El perfume marca especial esta constituido por los siguientes componentes:

Un envase de vidrio para 40 ml, una sobre tapa de plástico, una tapa de plástico, un atomizador, una corona, una válvula para el atomizador, un pivote, un resorte, el perfume, un tubo conductor y una manguera. (Ver figura 1).



El proceso de fabricación del perfume es el siguiente:

En una mesa se ensambla el atomizador al cual se le coloca el resorte, el tubo conductor y la manguera que se coloca a presión con la

prensa 202. En seguida, se ensambla el pivote a la válvula. El funcionamiento correcto de este ensamble, conocido como el No. 25, es realizado por una persona.

Por otra parte, el resorte que se necesita para el envase es fabricado en el siguiente proceso entra el alambre es embobinado, cortado y tratado térmicamente (durante 6 horas). Al final, también es revisado.

En la máquina 302 de plásticos se fabrica el pivote que tiene como materia prima un polímero, el cual es introducido a la máquina por extrusión. Por último, se le hace un corte y se le inspecciona.

En la máquina 303 de plásticos se fabrica la manguera que con la materia prima de otro polímero, es hecha por extrusión. Para finalizar, se le hace un corte y se le inspecciona. La tapa de plástico y la sobre tapa son realizadas al mismo tiempo en la máquina 305 con polipropileno. Este material es depositado en la máquina para su proceso. Se realiza la inyección para que ya salgan formadas la tapa y la sobre tapa. y se dejan enfriar por 30 minutos.

Se realiza una inspección del 10% de las piezas y se separan los dos tipos de piezas; las dos tapas se colocan en un rack para que pasen por medio de una banda a los tanques de cromado y de ahí a una inspección al 100% para pasar a ser usadas en el proceso general.

La válvula del atomizador también es fabricada a partir de polipropileno, el cual es depositado en la máquina 304 para inyección. Se deja enfriar durante 30 minutos y se realiza una inspección aleatoria del 10% del material.

Preparación de perfume: se miden y se pesan todos los ingredientes y son colocados en un recipiente donde se realiza la mezcla; se deja reposar y se inspecciona. El envase de vidrio, la corona, las etiquetas y la materia prima para el perfume son comprados.

Los envases se llenan en una máquina semiautomática donde se conectan las mangueras del recipiente donde fue mezclado el perfume y se colocan los frascos y las coronas en sus respectivos lugares. En una caja se acercan suficientes atomizadores.

El proceso de llenado es el siguiente:

Automáticamente se realiza el llenado de los envases regulándose la cantidad manualmente. Sin mover el frasco del lugar, se coloca el atomizador que lleva por nombre el 25, la banda corre a otro lugar donde baja automáticamente la corona que sella el frasco con el atomizador; posteriormente sobre la misma banda se le coloca al envase la válvula del atomizador y la tapa de plástico. En otro centro de trabajo se le coloca la sobre tapa a presión y las etiquetas para pasar a otra mesa donde se realiza una inspección antes de introducirlos a su empaque final de 25 piezas cada uno. Finalmente, son mandados al almacén.

### **ACTIVIDADES**

Realizar el diagrama de proceso de la operación de la fabricación del perfume.

Identificar ventajas y desventajas del proceso actual y realizar mejoras del proceso.

### **CUESTIONARIO**

1. ¿Cuándo y para qué se utiliza el diagrama de proceso de la operación?
2. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del proceso actual y qué mejorarías de este proceso?
3. ¿Cómo representarías los tiempos empleados para cada operación gráficamente?
4. ¿Existe mucho tiempo muerto en este proceso? explique.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Práctica

## CASO

### DIAGRAMA DE RECORRIDO (DE HILOS)<sup>1</sup>

**OBJETIVO:** Que el alumno sea capaz de analizar y construir un gráfico que muestre los movimientos de materiales en un proceso, dada una distribución.

#### SITUACIÓN

En una empresa empacadora de pollos se ha encontrado una situación en la que las operaciones se llevan a cabo tal como se describe a continuación.

La disposición del lugar de trabajo es la que se ve en el diagrama adjunto.

Tres personas cogen los pollos y los matan cortándole la cabeza, se les cuelga de las patas en ganchos para drenar la sangre. Los pollos se llevan a dos tinas donde se sumergen en agua hirviendo otro operario se dedica a operar la máquina desplumadora y para ello va a los tanques de agua hirviendo, camina 10 m. Llena una canasta con 10 pollos y procede a desplumarlos con la máquina.

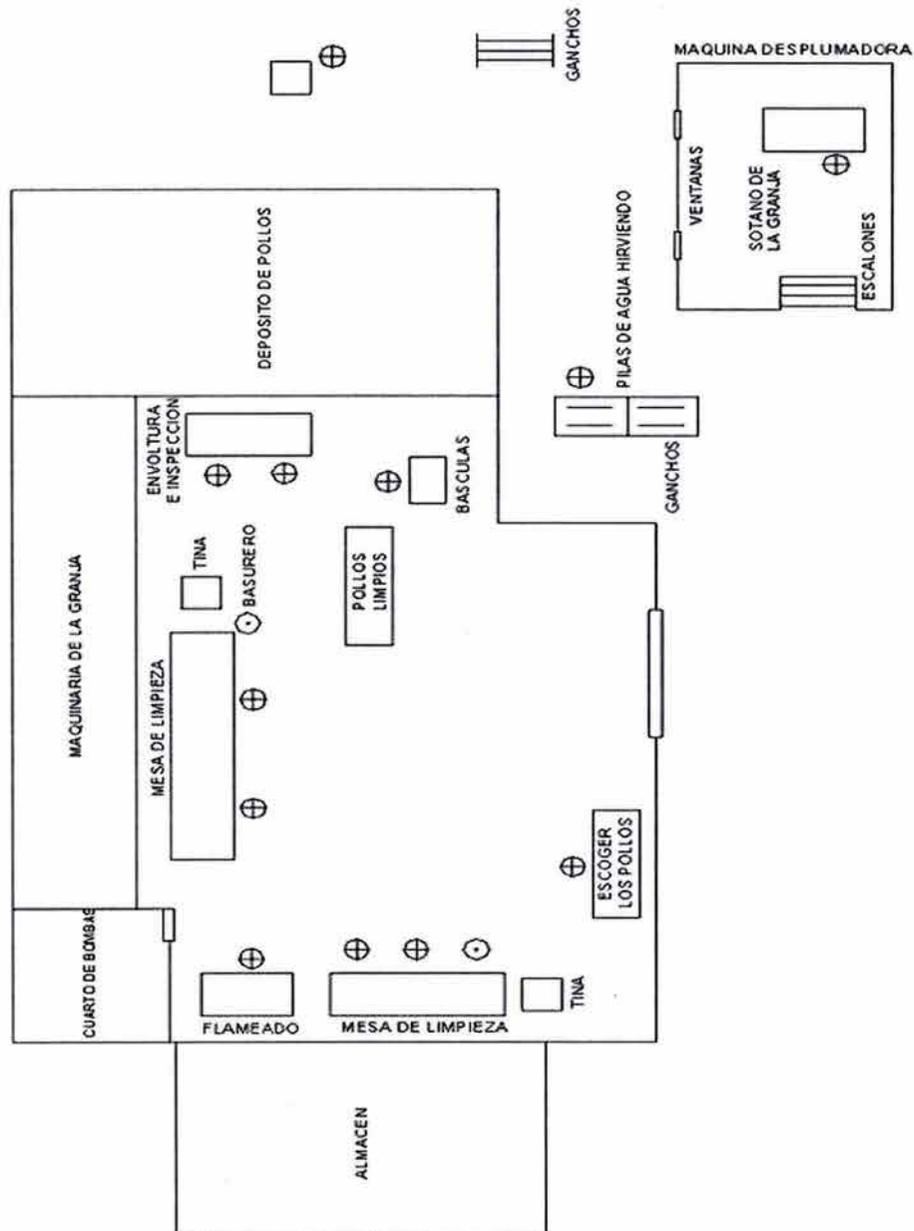
Un quinto operario va por los pollos desplumados a donde se encuentra la máquina desplumadora y los lleva a una mesa de selección en donde los inspecciona, le quita las plumas restantes y los lleva a la flameadora en donde otro operario realiza esta operación.

Los pollos ya flameados son llevados por el mismo operario a las dos tinas de limpieza, en donde son despojados de sus viseras y patas que se colocan en una bolsa de polietileno. Los pollos son lavados y se colocan en una bolsa de polietileno. Se colocan las viseras dentro del pollo, se ponen en cajas de plástico y se llevan

<sup>1</sup> NIEBEL BENJAMÍN W. Manual del Laboratorio para Ingeniería Industrial. Estudio de Tiempos y Movimientos. Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A. México 1980.

a una mesa para ser inspeccionados, pesados y envueltos, si esta persona encuentra un pollo con plumas o sucio lo regresa a reiniciarse el proceso. Una vez envueltos los pollos son llevados en una carretilla al congelador en donde se guardan hasta su entrega.

A continuación se presenta un esquema de una empacadora de pollos, en donde se puede observar el procedimiento que se sigue actualmente.



## **ACTIVIDADES**

Analizar las ventajas y desventajas de la distribución actual.

Proponer un nuevo método de procedimiento en la empacadora de pollos.

## **CUESTIONARIO**

1. ¿Cuáles son las desventajas del actual procedimiento y por qué?
2. ¿Cuáles son las ventajas de tu propuesta de procedimiento y por qué?
3. ¿Cómo podrías evaluar si es convincente económicamente tu propuesta de procedimiento?

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Práctica

## CAMPO

### DIAGRAMA DE RECORRIDO (DE HILOS)

**OBJETIVO:** Que el alumno sea capaz de analizar y construir un gráfico que muestre los movimientos de materiales en un proceso así como evaluar la utilidad del mismo.

#### MARCO TEÓRICO

El diagrama de hilos es un plano o modelo a escala en que se sigue y se mide con un hilo el trayecto de los trabajadores, de los materiales o del equipo durante una sucesión determinada de hechos.

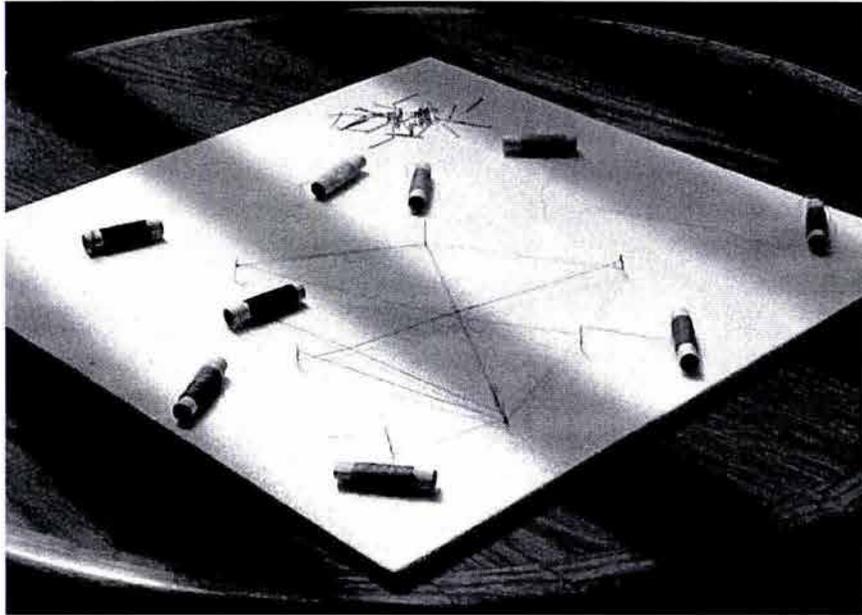
El diagrama de hilos viene a ser un diagrama de recorrido especial, que sirve para medir las distancias con ayuda de un hilo.

La aplicación principal de este diagrama es para seguir los movimientos de materias u objetos pero sobre todo para averiguar fácilmente la distancia que recorren los operarios, los materiales o las máquinas en la planta.

Una aplicación es sobre los movimientos del trabajador. En donde el especialista en estudio del trabajo determina los puntos metódicamente en donde el trabajador realiza sus movimientos, y si son demasiados largos se anota el tiempo de salida y el tiempo de llegada.

#### MATERIAL

- Tabla de unicel
- Plano de la fábrica que incluya la maquinaria y equipo
- Hilos de diferentes colores
- Alfileres



## ACTIVIDADES

Seguir los movimientos de los materiales para la fabricación de los productos en una planta o en el laboratorio y mostrarlas mediante un diagrama de hilos.

Realizar el diagrama de recorrido (de hilos) actual en una planta.

Proponer mejoras en la distribución actual, sustentando las mejoras.

Realizar el diagrama de hilos en Autocad o en cualquier otro programa que facilite la visualización del cruce de materiales o trabajadores y asimismo calcular las distancias óptimas de recorrido con mayor facilidad y exactitud.

## CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles son los diferentes tipos de sistemas de transporte de producción utilizados en la industria manufacturera?
2. ¿Por qué es importante que el diagrama de hilos sea exactamente a escala?
3. ¿Cuáles son los puntos de cruce de materiales más críticos en el diagrama de hilos?
4. ¿Qué sugieres para disminuir los cruces más críticos?

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Práctica

## EXPERIMENTAL

### DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

**OBJETIVO:** Que el alumno sea capaz de construir y analizar un gráfico que muestre todas las actividades con el objeto de tener registrado con todo detalle un proceso industrial determinado y analizar sistemáticamente la información para obtener mejoras.

#### MARCO TEÓRICO

El diagrama de flujo del proceso es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis, por ejemplo el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para las secuencias de un producto, un operario, una pieza, etcétera.

Este diagrama contiene, en general, muchos más detalles que el de operaciones. Por lo tanto, no se adapta al caso de considerar en conjunto ensambles complicados. Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o una sucesión de trabajos en particular. Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos periodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta. En él se utilizan otros símbolos además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones. Una pequeña flecha indica transporte, que se define como el movimiento de un lugar a otro, o traslado, de un objeto, cuando no forma parte del curso normal de una operación o una inspección. Un símbolo como la letra

D mayúscula indica demora o retraso, el cual ocurre cuando no se permite a una pieza ser procesada inmediatamente en la siguiente estación de trabajo. Un triángulo equilátero puesto sobre su vértice indica almacenamiento, o sea, cuando una pieza se retira y protege contra un traslado no autorizado.

Generalmente se usan dos tipos de diagrama de flujo: de producto y operativo. Mientras el diagrama de producto muestra todos los detalles de los hechos que tienen lugar para un producto o a un material, el diagrama de flujo operativo muestra los detalles de cómo una persona ejecuta una secuencia de operaciones.

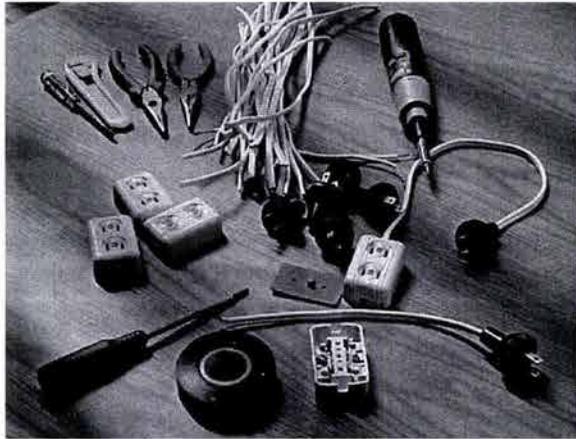
Para hacer constar en un diagrama todo lo referente a un trabajo u operación resulta más fácil emplear una serie de cinco símbolos que conjuntamente sirven para representar todos los tipos de actividades o sucesos que probablemente se den en cualquier fábrica u oficina.

Los símbolos más comunes se presentan a continuación, mediante la siguiente tabla.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
OPERACIÓN 	Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica durante la operación.
INSPECCIÓN 	Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas.
TRANSPORTE 	Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
DEPOSITO PROVISIONAL O ESPERA  D	Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrados, de cualquier objeto hasta que se necesite.
ALMACENAMIENTO PERMANENTE  	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

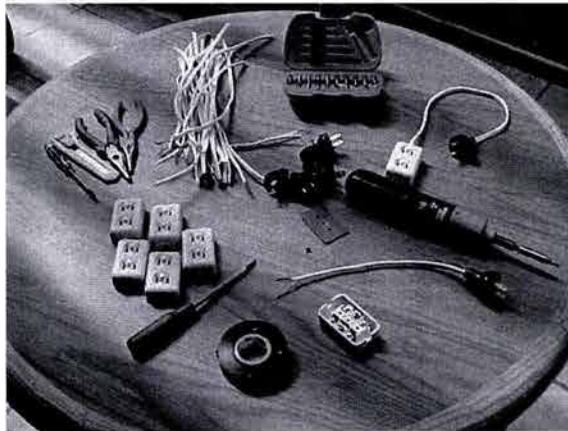
## MATERIAL Y EQUIPO

- Cable duplex calibre 14
- 1 Contacto múltiple hule natural
- 1 Clavija estándar hule natural
- Cinta para aislar
- Soldadura
- Pasta para soldar



## DESARROLLO

1. Formar estaciones de trabajo.
2. En la primera estación se propone que se desenrolle el cable, que mida y verifique el estado del mismo. Se debe separar una pequeña parte de cada una de las puntas (entre 3 cm y 4 cm).
3. En la segunda estación se deben pelar las puntas.
4. En la tercera se unirán atornillando el cable, clavija y contacto. (esta operación se puede llevar a cabo en 2 pasos). Pueden soldarse las uniones de cable con los accesorios.
5. En la cuarta estación se aíslan empalmes o soldaduras y se cierran accesorios.
6. La función de la quinta estación es inspeccionar el funcionamiento del producto, mandarlo a empaque o a reproceso.



## ACTIVIDADES

Elaborar un diagrama de flujo del proceso de la operación de la fabricación de la extensión eléctrica.

Explicar ventajas y desventajas del punto anterior y hacer mejoras del diagrama de proceso de operación.

Diseñar un dispositivo que facilite al menos una tarea en el proceso de fabricación de la extensión eléctrica.

### **CUESTIONARIO**

1. En un proceso industrial determinado ¿cómo se representaría gráficamente la secuencia de operaciones e inspecciones?
2. ¿Cuándo y cuál es la utilidad de representar gráficamente un proceso?
3. ¿Qué partes del proceso pueden ser automatizadas y por qué?
4. ¿Qué método se puede utilizar para estimar las distancias recorridas en la elaboración de un diagrama de flujo?
5. ¿Qué operaciones pueden agruparse de manera que puedan efectuarse al mismo tiempo?
6. ¿Cómo se pueden reducir los tiempos de almacenamiento y retraso en el proceso?

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



# Práctica CAMPO

## DOCUMENTACIÓN DE UN PROCESO

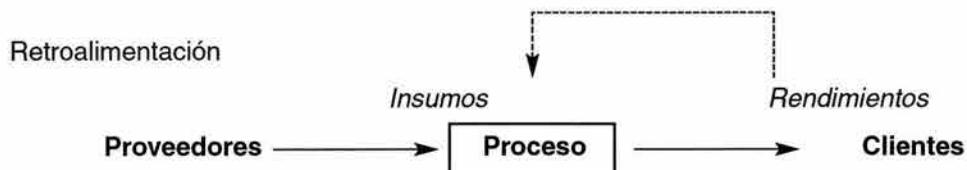
**OBJETIVO:** Qué el alumno describa los elementos claves de cualquier proceso en la empresa y seleccione el tipo apropiado de documento para comunicar la información relevante del proceso.

### MARCO TEÓRICO

Un proceso se define como la mezcla y transformación de un conjunto específico de insumos en uno de rendimientos. Un proceso algo se hace para producir un artículo, concluir una tarea o prestar un servicio (rendimientos).

Los insumos incluyen muchas cosas: personas, materiales, equipo, información, procedimientos, políticas, tiempo, dinero, etc.

El objetivo de cualquier proceso es satisfacer con éxito a los clientes y sus necesidades. Para lograrlo, es preciso obtener una retroalimentación continua de los rendimientos. Otro objetivo del proceso es entregar rendimientos mejor, más rápido y más baratos que la competencia.



La meta de cualquier proceso es transformar los insumos en rendimientos con la mayor eficacia, confiabilidad y eficiencia, así como la precio más barato posible.

*Eficacia* supone calidad de un rendimiento; su influencia sobre un cliente. Un proceso eficaz satisface las necesidades de los clientes.

*Confiabilidad* significa consistencia en el rendimiento del proceso; el nivel de calidad del rendimiento es siempre igual.

*Eficiencia* se relaciona con la velocidad del proceso; cuánto tiempo es necesario para transformar los insumos en rendimientos. El tiempo del ciclo es una expresión de la eficiencia del proceso. Este es el tiempo que necesita un proceso para transformar un conjunto de insumos en rendimientos.

La *economía* es el costo de transformar el conjunto de insumos en uno de rendimientos. Mientras más barato sea el proceso, mayores serán las utilidades.

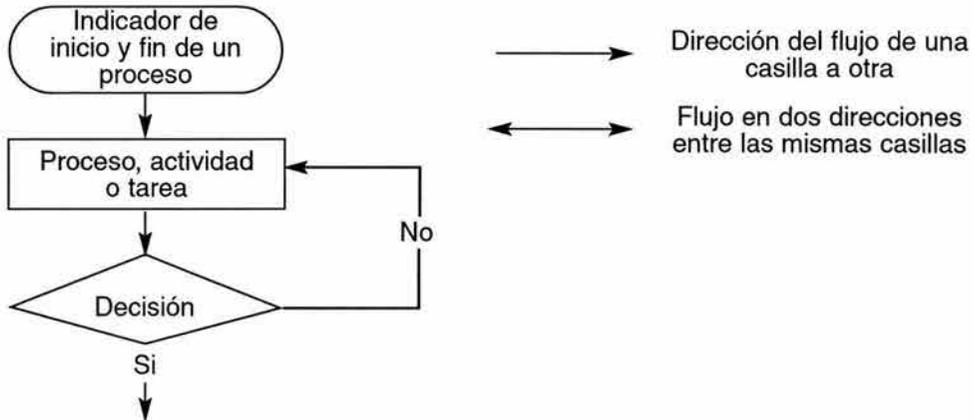
Los pasos básicos para un proceso son:

Paso	Símbolo	Descripción
<i>Operación</i>	○	Cualquier paso que agrega valor al proceso. Hace avanzar en forma directa al proceso.
<i>Transporte</i>	→	Cualquier acción que desplaza información u objetos, incluyendo personas.
<i>Demora</i>	D	Retraso no programado de materiales, partes o productos. Cualquier tiempo de espera de las personas.
<i>Inspección</i>	□	Incluye inspecciones de cantidad y calidad, revisiones y autorizaciones.
<i>Almacenaje</i>	▽	Retraso programado de materiales, partes o productos.
<i>Retrabajo</i>	Ⓜ	Cualquier paso innecesario y repetido de operación.

Otra manera de definir un proceso es a través de un diagrama de flujo el cual representa la secuencia de acciones y decisiones que ocurren en el proceso, así como algunos hechos esenciales sobre ellos. El diagrama de flujo indicará:

- a) las interfaces entre otros procesos (el origen de las entradas y el destino de las salidas)
- b) las interfaces con organizaciones externas
- c) la secuencia de las tareas (lo que ocurre a continuación)
- d) las responsabilidades (quién hace qué)
- e) la documentación utilizada
- f) los puntos de registro de datos

- g) los puntos de recogida de los datos (datos para medir y decidir el desempeño de los procesos / productos)
- h) la ruta de los datos recogidos para su análisis
- i) las fases en las que se consiguen los requisitos de algunos clientes específicos.



### ACTIVIDADES

Documentar cualquier proceso de una empresa mediante un diagrama de flujo e identificar los cambios necesarios que garanticen que el proceso es eficaz aplicando los principios de mejora continua.



### CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es la diferencia entre proceso y procedimiento?
2. Menciona algunos de los indicadores claves del desempeño de un proceso
3. ¿Cómo se puede identificar un desperdicio dentro de un proceso?

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

# Práctica

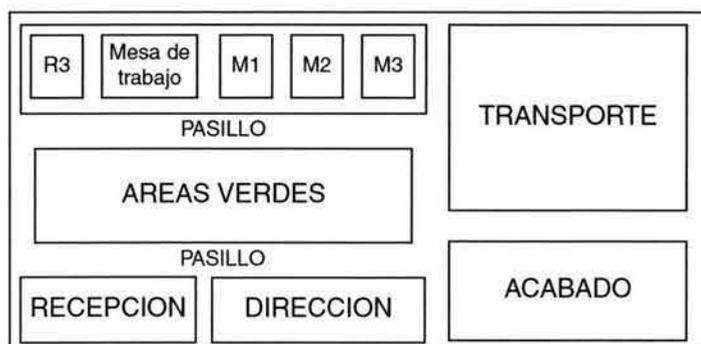
## CAMPO

### DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

**OBJETIVO:** Que el alumno analice y evalúe los distintos tipos de distribución para que en su oportunidad optimice espacios en una empresa.

#### MARCO TEÓRICO

La distribución de planta comprende la disposición física de las posibilidades industriales. Esta disposición ya sea instalada o en proyecto, incluye tanto los espacios necesarios de movimiento de material, almacenamiento, mano de obra indirecta y otras actividades auxiliares o servicios como el que utiliza el personal y equipo de trabajo.



La distribución debe satisfacer las necesidades del personal asociado con el sistema de producción.

Una buena distribución de planta aspira a lograr una disposición productiva de personal, materiales, maquinaria y servicios auxiliares, que llegue a fabricar un producto o costo suficientemente bajo para poder venderlo con beneficio en un mercado de competencia.

Los objetivos básicos de la labor de hacer una distribución de planta son:

- Minimizar distancias en el movimiento de los materiales
- Circulación del trabajo a través de la planta
- Utilización efectiva de todo el espacio
- Satisfacción y seguridad para los obreros
- Disposición flexible

Existen cuatro sistemas principales de disposición.

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 solo 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 respunte 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 el embotellado de gaseosas, el montaje de automóviles y el 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.

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.

***Idear la mejor disposición posible***

- zonas de trabajo,
- áreas de almacenamiento y
- servicios auxiliares.

Determinar el tamaño y disposición del terreno exterior a la fábrica, atribuyendo espacio suplementario para estacionamiento, recepción, expedición y zonas verdes.

Al idear 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 multiplicando las 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, 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 máquinas y equipo.
9. Tomar en cuenta para todo esto los principios y objetivos de una buena distribución

### **ACTIVIDADES**

Elaborar el diagrama de distribución de planta actual de la empresa; utilizando los diagramas adecuados para ello.

Hacer mejoras del diagrama anterior. Explique.

Proponer una distribución de un proceso sencillo que se pueda trabajar por proceso y por línea.

### **CUESTIONARIO**

1. ¿Qué puntos de importancia habrá que considerar para efectuar una distribución de planta?
2. ¿Cuales son las ventajas y desventajas de cada uno de los tipos de disposición?

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Práctica EXPERIMENTAL

## DIAGRAMA BIMANUAL

**OBJETIVO:** Que el alumno aplique las técnicas necesarias del estudio de tiempos y movimientos para mejorar un sistema productivo y obtenga en un Diagrama Bimanual los movimientos fundamentales del recurso humano al realizar una tarea.

### MARCO TEÓRICO

El diagrama bimanual es un cursograma en que se consigna la actividad de las manos o extremidades del operario indicando la relación entre ellas; sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas, y en ese caso se registra un solo ciclo completo de trabajo pero con mas detalles que lo habitual.

El diagrama bimanual sirve para saber si los movimientos de la mano derecha y los de la mano izquierda están equilibrados, revela si se han respetado varias de las leyes de la economía de movimientos.

#### *Notas sobre la composición de un diagrama bimanual*

El formulario de diagrama deberá comprender:

- Espacio en la parte superior para la información habitual;
- Espacio adecuado para el croquis del lugar de trabajo (equivalente al del diagrama de recorrido que se utiliza junto con el cursograma analítico) o para el croquis de las plantillas, etc.;
- Espacio para los movimientos de ambas manos;
- Espacio para un resumen de movimientos y análisis del tiempo de inactividad.

*Al componer diagramas conviene tener presentes estas observaciones:*

- Estudiar el ciclo de las operaciones varias veces antes de comenzar las anotaciones.
- Registrar una sola mano cada vez.
- Registrar unos pocos símbolos cada vez.
- La acción 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. Tanto da el 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 otra mano.
- Registrar las acciones en el mismo renglón sólo cuando tienen lugar al mismo tiempo.
- 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.

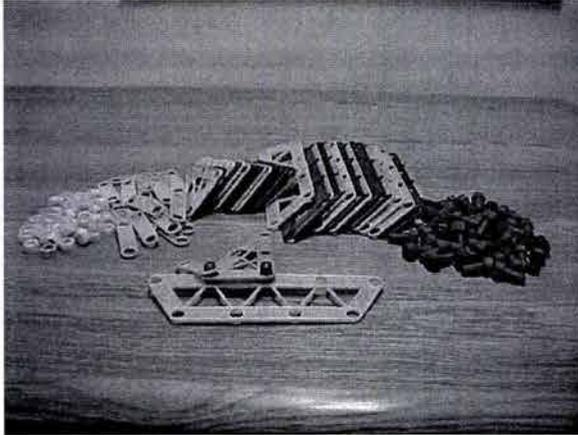
## **MATERIAL Y EQUIPO**

- mecano
- termómetro
- anemómetro
- luxómetro
- decibelímetro
- cronometro
- higrómetro
- contenedor de madera
- plantilla

## **DESARROLLO**

1. Formar dos equipos A y B.
2. El equipo A simulará una línea de producción de barcos en donde cada integrante va a realizar una actividad repetitiva, por otro lado, cada uno de los integrantes del equipo B, tomará el tiempo de una tarea de los integrantes del equipo A.
3. Se realizaran los barcos necesarios con el fin de que los integrantes del equipo B, puedan completar el Diagrama Bimanual.
4. Se intercambian las posiciones de ambos equipos y se realizan mejoras de la línea anterior, asimismo los integrantes del equipo A deben completar correctamente su Diagrama Bimanual.

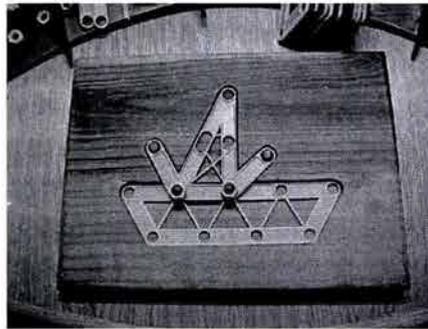
## ACTIVIDADES



Realizar un diagrama bimanual en la fabricación de los barcos.

Hacer mejoras del diagrama anterior. Justifique.

Utilizar ahora la plantilla en la fabricación. Comparar y analizar con el caso anterior y explicar cual de los procesos fue el mejor.



## CUESTIONARIO

1. ¿Cuándo será conveniente realizar un Diagrama Bimanual?
2. ¿Cómo se representaría en el diagrama, el tiempo empleado por el recurso humano en cada movimiento de sus manos?
3. ¿Cuáles son los requisitos para realizar un Diagrama Bimanual?
4. ¿Cuál fue la ventaja o desventaja de utilizar la plantilla de madera?

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

NOTA: SE RECOMIENDA QUE EL ALUMNO UTILICE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES (TERMÓMETRO, ANEMÓMETRO, LUXÓMETRO, HIGRÓMETRO Y DECIBELÍMETRO) EN LAS QUE SE DESARROLLA LA PRÁCTICA Y COMPARE CON LAS NORMAS ESTABLECIDAS.



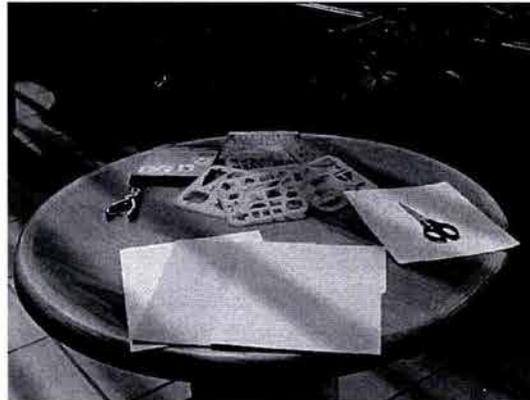
# Práctica EXPERIMENTAL

## DIAGRAMA BIMANUAL

**OBJETIVO:** Que el alumno aplique las técnicas necesarias del estudio de tiempos y movimientos para mejorar un sistema productivo y obtenga en un Diagrama Bimanual los movimientos fundamentales del recurso humano al realizar una tarea.

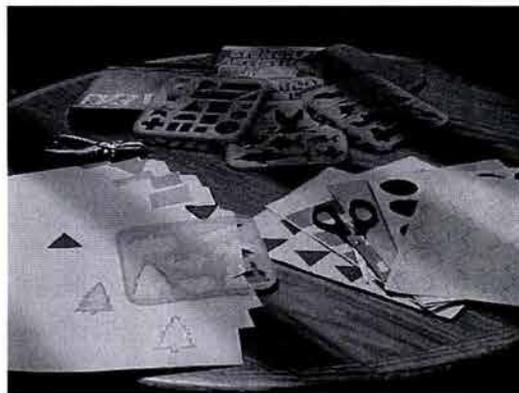
### MATERIAL Y EQUIPO

- Folder
- Broche para sujetar hojas.
- Bote de pintura en spray.
- Mica tipo contac.
- Perforadora
- Cutter
- Molde del diseño No.1
- Molde del diseño No.2
- Molde de corte



### DESARROLLO

1. Formar 2 equipos A y B.
2. El equipo A simulará una línea de producción de folders en donde cada integrante va a realizar una actividad repetitiva, por otro lado, cada uno de los integrantes del equipo B, tomará el tiempo de una tarea de los integrantes del equipo A.



3. Las tareas repetitivas serán perforar el folder, decorar el frente con el molde no. 1 con color, decorar el frente con el molde no. 2 con color, forrar con mica, colocar el broche al folder, cerrarlo y preparar paquetes de 5 piezas.
4. Se realizarán los folders necesarios con el fin de que los integrantes del equipo B, puedan completar el Diagrama Bimanual.
5. Se intercambian las posiciones de ambos equipos y se realizan mejoras de la línea anterior, asimismo los integrantes del equipo A deben completar correctamente su Diagrama Bimanual.

### **ACTIVIDADES**

Realizar el diagrama bimanual

Proponer mejoras en el proceso

Proponer algún dispositivo que haga más eficiente el proceso

### **CUESTIONARIO**

1. ¿Cuál es la utilidad del diagrama bimanual?
2. ¿Cuáles son los requisitos para realizar un diagrama bimanual?
3. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de utilizar los moldes?

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Práctica EXPERIMENTAL

## ECONOMÍA DE MOVIMIENTOS

**OBJETIVO:** Que el alumno diseñe una estación de trabajo con base en la aplicación de los principios de economía de movimientos y que traiga como consecuencia una mejora en el método de trabajo.

### MARCO TEÓRICO

Los 22 principios de economía de movimientos pueden aplicarse provechosamente tanto al trabajo de taller como al de oficina. Aunque no todos son aplicables a toda operación, en sí forman una base o código para perfeccionar el rendimiento y reducir la fatiga en el trabajo manual.

#### *Relacionados con el cuerpo humano*

- Ambas manos deben comenzar, así como completar, sus movimientos a la vez.
- Ambas manos no deben estar inactivas a la vez, excepto durante los períodos de descanso.
- Los movimientos de los brazos deben hacerse en direcciones opuestas y simétricas y deben realizarse simultáneamente.
- Los movimientos de las manos deben quedar confinados a la clasificación más baja con la que sea posible ejecutar satisfactoriamente el trabajo. La clasificación más baja requiere por lo general el mínimo de tiempo y de esfuerzo. Clasificación general de los movimientos de las manos:
  - Movimientos de los dedos (clasificación más baja).
  - Movimientos que comprenden dedos y muñecas.
  - Movimientos que comprenden dedos, muñecas y antebrazo.
  - Movimientos que comprenden dedos, muñecas, antebrazo y brazo.
  - Movimientos que comprenden dedos, muñecas, antebrazo, brazo y hombro.

- Siempre que sea posible, debe emplearse la impulsión para ayudar al obrero y esta debe reducirse a un mínimo si ha de ser vencida por esfuerzo muscular.
- Son preferibles los movimientos continuos suaves de las manos a los movimientos en zigzag o en línea recta, en los que hay cambios de dirección repentinos y bruscos.
- Los movimientos balísticos son más rápidos, más fáciles y más exactos que los restringidos (fijación) o "controlados".
- El ritmo es esencial para la ejecución suave y automática de una operación, y debe disponerse el trabajo para permitir un ritmo fácil y natural, siempre que sea posible.

#### *Relacionados con la distribución del lugar de trabajo*

- Debe haber un sitio definido y fijo para todas las herramientas y materiales.
- Las herramientas materiales y mandados deben situarse cerca y directamente enfrente del operario.
- Deben utilizarse depósitos de suministro por gravedad para entregar el material cerca del punto de utilización.
- Siempre que sea posible deben usarse "entregas por gravedad".
- Deben situarse los materiales y las herramientas para permitir el mejor orden de movimientos.
- Deben preverse condiciones de visibilidad adecuadas. Para tener una percepción visual satisfactoria, el primer requisito es una buena iluminación.
- La altura del lugar de trabajo y la del asiento correspondiente a cada operario deberán combinarse de forma que permitan a éste trabajar alternativamente sentado o de pie.
- Se debe instalar para cada obrero una silla del tipo y altura adecuados para permitir una buena postura.

#### *Relacionados con el diseño de herramientas y equipos*

- Debe relevarse a las manos de todo trabajo que pueda ser realizado más satisfactoriamente por una plantilla, aparato de sujeción o dispositivo accionado por el pie.
- Siempre que sea posible, deben combinarse dos o más herramientas. Siempre que sea posible, deben ponerse las herramientas y los materiales en posición previa.

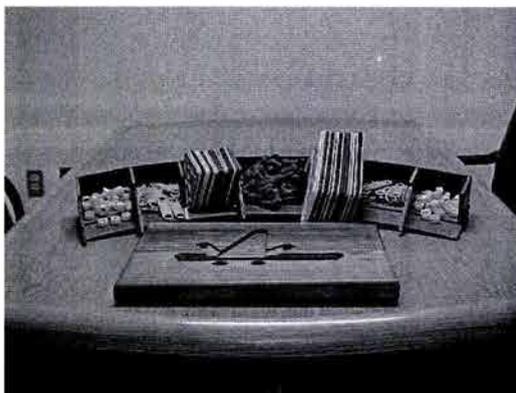
- En donde cada dedo realiza un movimiento específico, tal como escribir a máquina, debe distribuirse la carga de acuerdo con las capacidades inherentes de los dedos.
- Los mangos como los utilizados en las manivelas y destornilladores grandes, deben diseñarse para que sea posible la mayor cantidad de superficie de contacto con la mano. Esto es de especial importancia cuando hay que ejercer una fuerza considerable al utilizar el mango.
- Las palancas, barras cruzadas y volantes de mano deben situarse en posiciones tales que el operario pueda manipularlos con un mínimo de cambio de posición del cuerpo y con las mayores ventajas mecánicas.

#### **MATERIAL:**

- mecano
- cronómetro
- contenedor de madera
- plantilla

#### **DESARROLLO:**

1. Desarmar el barco
2. Colocar los componentes en la mesa de trabajo, de la manera más conveniente.
3. Hacer el registro de 50 micromovimientos.



#### **ACTIVIDADES**

Elaborando la práctica No. 14 con el enfoque de therbligs aplicar la economía de movimientos y establecer la mejor secuencia de therbligs en el proceso de fabricación de los barcos.

## **CUESTIONARIO**

1. ¿Qué aplicación tienen los principios de economía de movimientos en el estudio de micromovimientos?
2. ¿Por qué nos es útil el diagrama de therbligs para la mejora en el trabajo?
3. ¿Qué relación guardan los therbligs con los principios o leyes de economía de movimientos?

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Práctica 12 CAMPO

## DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA

**OBJETIVO:** Que el alumno construya la representación gráfica de la secuencia hombre-máquina para que asimismo evalúe los tiempos productivos y los tiempos ociosos en cualquier operación.

### MARCO TEÓRICO

Se define este diagrama como la representación gráfica de la secuencia de elementos que componen las operaciones en que intervienen hombres y máquinas, y que permite conocer el tiempo empleado por cada uno; es decir, conocer el tiempo usado por los hombres y el 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.

Es un diagrama que muestra las actividades coordinadas, sincrónicas o simultáneas, de un sistema de trabajo formado por una o más máquinas y una o más personas. Cada máquina (o persona) aparece en una columna paralela por separado, indicándose sus actividades con relación al resto del sistema de trabajo.

### ***Construcción del diagrama***

Un primer paso en dicha construcción es seleccionar una distancia en centímetros o en 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 representa 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 por 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 o máquinas, esta gráfica es igual a la anterior, una línea vertical continua 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.

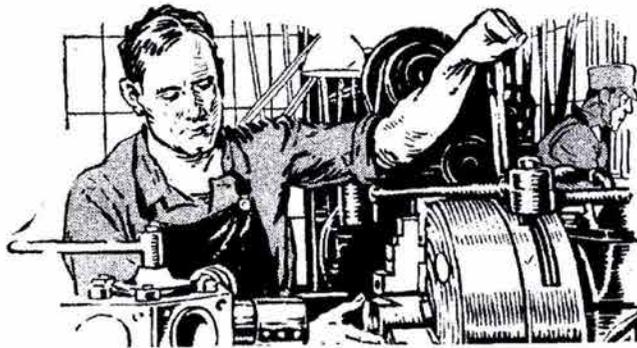
En la parte inferior de la hoja, una vez que se ha terminado el diagrama, se coloca el tiempo total de trabajo del hombre, más el tiempo total de ocio. Así como el tiempo total muerto de la máquina.

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

<b>I G U A L D A D E S</b>
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 = tiempo productivo del operador/ tiempo del ciclo total
Porcentaje de la máquina = tiempo productivo de la máquina / tiempo del ciclo total

### ACTIVIDADES

Seleccionar una estación de trabajo en una planta donde se encuentren los elementos necesarios para que se pueda realizar el diagrama hombre-máquina.



Representar gráficamente la secuencia de elementos de una operación en que intervienen un hombre y la máquina en un proceso, así como el tiempo empleado.

Realizar y analizar un diagrama hombre-máquina

### CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es la utilidad y la importancia del diagrama hombre-máquina?
2. ¿Cuáles son los pasos previos para efectuar la construcción de un diagrama hombre-máquina?
3. ¿Cuál es el tiempo total trabajado del operario y de la máquina?
4. ¿Cuánto tiempo muerto existe en el proceso?
5. ¿Cuál es el número óptimo de operadores y máquinas, porque?

## **RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Práctica

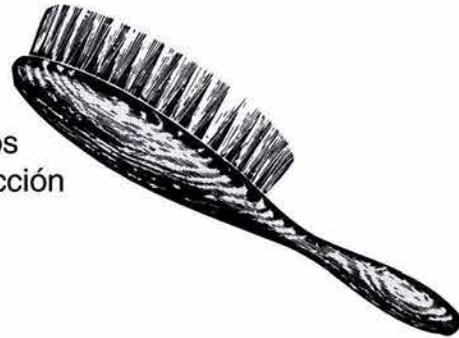
## CASO

### DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA

**OBJETIVO:** Que el alumno sea capaz de construir un diagrama hombre-máquina, analizando ventajas y desventajas de estudiar un caso y de seleccionar una estación de trabajo en una planta.

#### SITUACIÓN

En una fábrica se tienen registrados los siguientes datos para la producción de un cepillo:



<b>OPERACIÓN</b>	<b>TIEMPOS (minutos)</b>
a1- Poner base de madera en máquina.	0.2
a2- Cargar máquinas con cerdas de nylon.	0.3
a3- Poner en marcha la máquina.	0.15
a4- Quitar producto terminado de la máquina.	0.25
c1- Inspeccionar pieza terminada.	0.3
c2- Acomodar pieza terminada en caja.	0.1
c3- Caminar de una máquina a otra.	0.1
m- Trabajo automático de la máquina.	4.2

Un operario puede manejar más de una máquina, pero su pago variará de acuerdo a la siguiente tabla:

No. de máquina	1	2	3	4	5	6
Sueldo diario (8 hrs.)	\$500	\$600	\$675	\$730	\$575	\$810

El costo de operación por hora de cada máquina es de \$80

### **ACTIVIDADES**

Representar gráficamente la secuencia de elementos de una operación en que intervienen un hombre y la máquina en el proceso, así como el tiempo empleado.

Elaborar el diagrama hombre-máquina para un tiempo de 8 min. Indicando el ciclo, realizar un análisis del problema.

### **CUESTIONARIO**

1. ¿Cuántas máquinas deberá operar un obrero?
2. ¿Cuál es el tiempo total productivo del operario y de las máquinas en 8 min.?
3. ¿Es conveniente que un operario maneje 2 máquinas, porqué?
4. ¿Qué sugerirías para que las máquinas trabajen más tiempo?

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Práctica EXPERIMENTAL

## THERBLIGS

**OBJETIVO:** Que el alumno conozca los movimientos fundamentales del recurso humano al realizar una tarea.

### MARCO TEÓRICO

Existen operaciones en donde los movimientos son demasiados repetitivos y rápidos, siendo que para realizar su análisis no podría funcionar eficientemente el medio visual del analista de métodos. Por ello se realizan estudios de micromovimientos, que es el término aplicado a la subdivisión de una operación en sus elementos básicos o therbligs y a la medida cuantitativa de sus tiempos. Este estudio se realiza registrando la operación de una película fotográfica y empleando un procedimiento para medir el tiempo que ocupa cada therblig.

Actualmente se encuentran 18 therbligs, los cuales se refieren a los movimientos del cuerpo humano en el lugar de trabajo y a las actividades mentales relacionadas con ellos. En la tabla 3 se muestran cada uno con de los therbligs, con su nombre, abreviación y color representativo. Una de las técnicas de registro de los micromovimientos es el diagrama de movimientos simultáneos, denominados simograma. Un simograma es un diagrama, a menudo basado en un análisis cinematográfico, que se utiliza para registrar simultáneamente, con una escala de tiempos común, los therbligs o grupos de therbligs referentes a diversas partes de cuerpo de uno o varios trabajadores.

El simograma es la representación en micromovimientos del curso-grama para el operario. Como los simogramas se utilizan principalmente para operaciones de corta duración, que a menudo se ejecutan con extraordinaria rapidez, suele ser necesario componerlos basándose en películas de la operación que se pueden detener en cualquier punto o proyectar con cámara lenta. Los movimientos se

TABLA 3

Nombre del Therblig	Letras utilizada	Color	Símbolo	Nombre del Therblig	Letras utilizada	Color	Símbolo
Buscar	B	Negro		Usar	U	Morado	
Encontrar		Gris		Desmontar	DE	Lila	
Seleccionar	SE	Gris Perla		Inspeccionar	I	Ocre Tostado	
Asir	T	Rojo		Preparar Colocación	PP	Azul Celeste	
Sostener	SO	Ocre Dorado		Soltar Carga	SL	Rojo Carmin	
Transportar Cargar	M	Verde		Demora inevitable	DI	Amarillo	
Alcanzar	AL	Aceituna		Demora Evitable	DEV	Amarillo Verdoso	
Colocar en posición	P	Azul		Planear	P	Marrón	
Ensambiar	E	Violeta		Descansar por agotamiento	DES	Naranja	

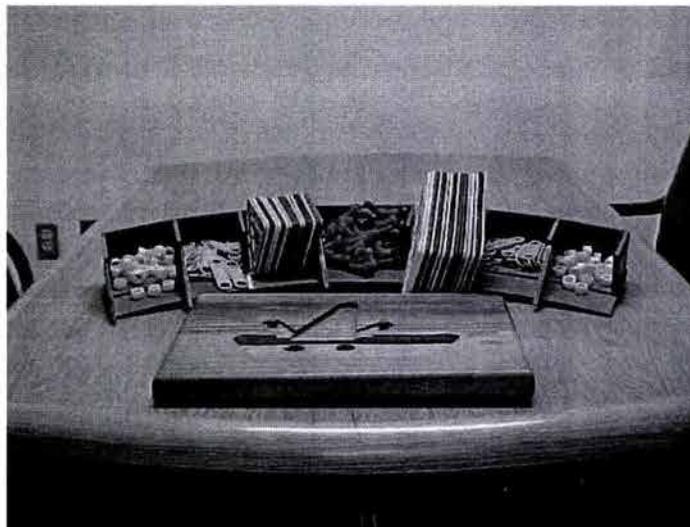
registran por unidades de tiempo denominadas guiños (1 guiño = 1/200 de minuto).

### **MATERIAL Y EQUIPO:**

- mecano
- cronometro
- contenedor de madera
- dispositivo de sujeción
- termómetro
- anemómetro
- luxómetro
- decibelímetro
- higrómetro

### **DESARROLLO**

1. Desarmar el barco.
2. Colocar los componentes en la mesa de trabajo, de la manera más conveniente.
3. Hacer el registro de por lo menos 50 micromovimientos, con sus respectivos símbolos.



### **ACTIVIDADES**

Dibujar un croquis de la ubicación de los componentes y herramientas en la mesa de trabajo.

Determinar el tiempo para cada uno de los therbligs registrados.

### **CUESTIONARIO**

1. ¿Para que se utilizan actualmente los therbligs?
2. ¿Por qué se selecciona generalmente al mejor operario en la aplicación del método de micromovimientos?
3. ¿Cómo puede ayudar a la instrucción o adiestramiento de operarios el estudio de micromovimientos?
4. ¿Cómo pueden ser mejoradas las relaciones industriales por los estudios de micromovimientos?

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Práctica EXPERIMENTAL

## ERGONOMÍA

**OBJETIVO:** Que el alumno analice la importancia de las medidas y condiciones del cuerpo humano en relación al lugar de trabajo; así como la aplicación de dichos conceptos que se deberán tomar en cuenta para el diseño del producto y sea capaz de aplicar dichos conceptos en un caso real.

### MARCO TEORICO

La ergonomía es básicamente una tecnología de aplicación práctica e interdisciplinaria, fundamentada en investigaciones científicas, que tiene como objetivo la optimización integral de Sistemas Hombres-Máquinas, los que estarán siempre compuestos por uno o más seres humanos cumpliendo una tarea cualquiera con ayuda de una o más "máquinas" (definimos con ese término genérico a todo tipo de herramientas, máquinas industriales propiamente dichas, vehículos, computadoras, electrodomésticos, etc.). Al decir optimización integral queremos significar la obtención de una estructura sistémica (y su correspondiente comportamiento dinámico), para cada conjunto interactuante de hombres y máquinas, que satisfaga simultánea y convenientemente a los siguientes tres criterios fundamentales:

\***Participación:** de los seres humanos en cuanto a creatividad tecnológica, gestión, remuneración, confort y roles psicosociales.

\* **Producción:** en todo lo que hace a la eficacia y eficiencia productivas del Sistema Hombres-Máquinas (en síntesis: productividad y calidad).

\* **Protección:** de los Subsistemas Hombre (seguridad industrial e higiene laboral), de los Subsistemas Máquina (siniestros, fallas, averías, etc.) y del entorno (seguridad colectiva, ecología, etc.).

La amplitud con que se han fijado estos tres criterios requiere, para su puesta en práctica, de la integración de diversos campos de acción que en el pasado se desarrollaban en forma separada y hasta contrapuesta. Esos campos de acción eran principalmente:

- Mejoramiento del ambiente físico de trabajo (confort e higiene laboral).
- Diseño de herramientas, maquinarias e instalaciones desde el punto de vista del usuario de las mismas.
- Estructuración de métodos de trabajo y de procedimientos en general (por rendimiento y por seguridad).
- Selección profesional.
- Capacitación y entrenamiento laborales.
- Evaluación de tareas y puestos.
- Psicología industrial (y, con más generalidad, empresarial).

Naturalmente, una intervención ergonómica considera a todos esos factores en forma conjunta e interrelacionada.

La ergonomía trata de alcanzar el mayor equilibrio posible entre las necesidades, posibilidades del usuario y las prestaciones, requerimientos de los productos y servicios.

La ergonomía se ocupa de:

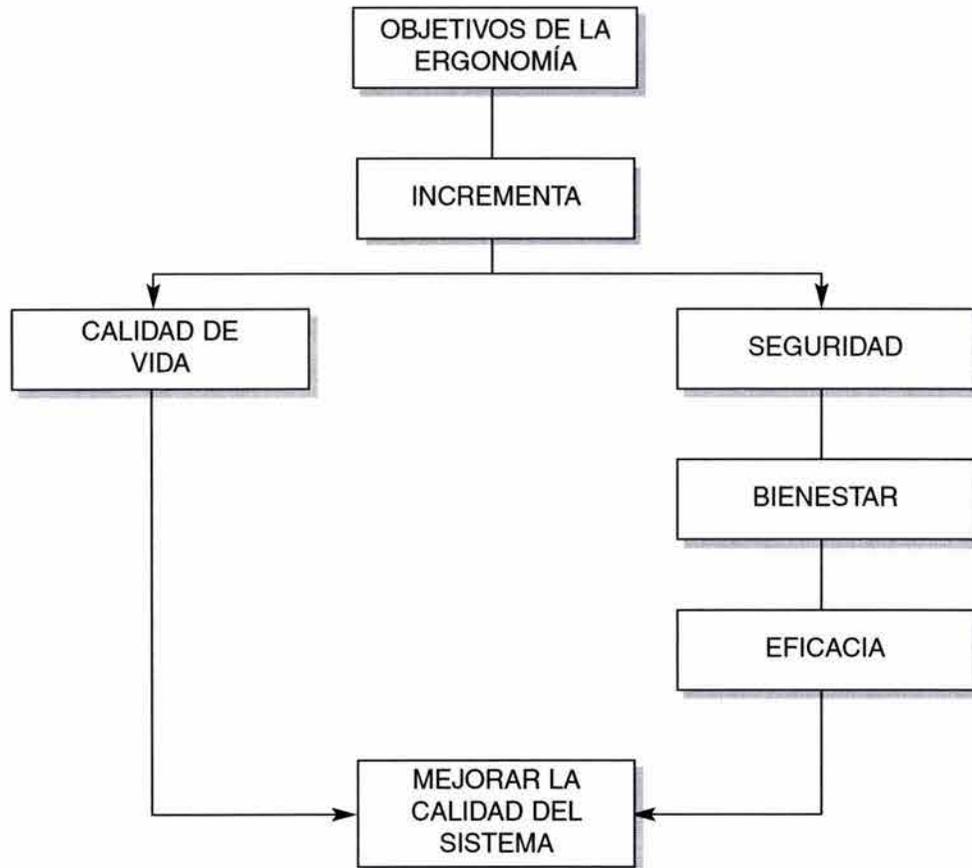
- El estudio del operario individual o el equipo de trabajo
- La facilitación de datos para el diseño

Los objetivos de la ergonomía son, por consiguiente, promover la eficacia funcional, al mismo tiempo que mantiene o mejora el bienestar humano.

Las etapas de la intervención de la ergonomía son:

- i *análisis de la situación*: ésta se realiza cuando aparece algún tipo de conflicto.
- ii *diagnóstico y propuestas*: una vez detectado el problema el siguiente paso reside en diferenciar lo latente de lo manifiesto, destacando las variables relevantes en función de su importancia para el caso.
- iii *experimentación*: simulación o modelaje de las posibles soluciones.
- iv *aplicación*: de las propuestas ergonómicas que se consideran pertinentes al caso.

- v *validación de los resultados*: grado de efectividad, valoración económica de la intervención y análisis de fiabilidad.
- vi *seguimiento*: retroalimentar y comprobar el grado de desviación para ajustar las diferencias, mediante un programa.



Para la ergonomía la tarea consiste, por lo tanto, en crear las condiciones más confortables para el trabajador en lo que respecta a iluminación, clima y nivel de ruido, reducir la carga física de trabajo ( en particular en los ambientes cálidos), facilitar las funciones psicosenoriales relacionadas con la lectura de los dispositivos de representación de los instrumentos, facilitar el manejo de las palancas de las máquinas y los controles, mejorar la utilización de reacciones espontáneas y rutinarias, evitar esfuerzos innecesarios para recordar la información, etc.

### **MATERIAL Y EQUIPO**

- Flexómetro
- Lapices de color
- Hojas blancas

### **DESARROLLO**

1. Se deben formar equipos de 5 alumnos
2. Cada equipo identificará las eficiencias y deficiencias del salón de clases.
3. Se deberá elaborar un bosquejo del salón de clase, explicando las eficiencias y deficiencias encontradas.

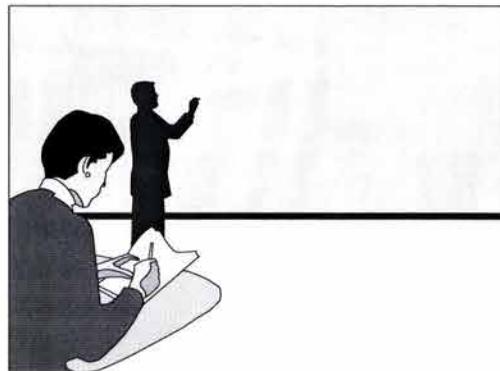
### **ACTIVIDADES**

Se propondrá mejoras ergonómicas del salón de clase. (Anexar bosquejo).

Documentar todas aquellas mejoras que se realicen citando el porqué de cada una de ellas.

### **CUESTIONARIO**

1. ¿Con que fin se realiza un estudio ergonómico?
2. ¿Cuales son los aspectos que abarca la ergonomía relacionada con los centros de trabajo?
3. ¿Cómo se previene y/o



evita la baja en el rendimiento del trabajo por medio de la ergonomía?

4. Al diseñar un producto, ¿Qué importancia tienen en el proyecto los conceptos ergonómicos?

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

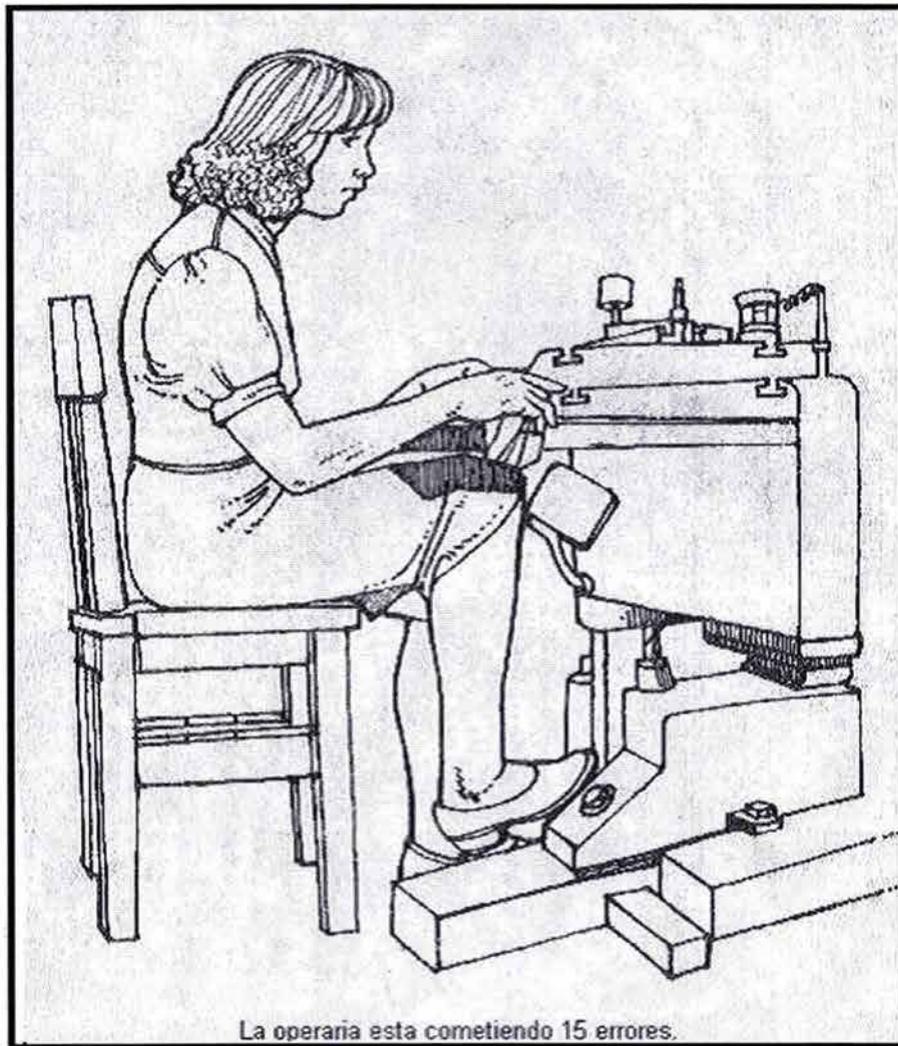
## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Práctica

## CASO

### ERGONOMÍA<sup>1</sup>

**OBJETIVO:** Qué el alumno sea capaz de identificar los errores que se cometen en una estación de trabajo y analice las consecuencias que estos pueden traer.



<sup>1</sup> GARCÍA CRIOLLO ROBERTO "Estudio del Trabajo. Estudio de Métodos". Ed. McGraw Hill, 1997.

## **ACTIVIDADES**

Identificar Los errores de trabajo que está cometiendo la operaria.

## **CUESTIONARIO**

1. ¿Qué son los factores de riesgo ergonómico?
2. ¿Qué recomendaría para minimizar estos factores?

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Práctica

## CAMPO

### ERGONOMÍA

**OBJETIVO:** Que el alumno integre la importancia de las medidas y condiciones del cuerpo humano en relación al lugar de trabajo y evalúe un caso real.

#### MARCO TEÓRICO

Existen diferentes clasificaciones de las áreas donde interviene el trabajo de los ergonomistas, en general podemos considerar las siguientes:

- Antropometría
- Biomecánica y fisiología
- Ergonomía ambiental
- Ergonomía cognitiva
- Ergonomía de diseño y evaluación
- Ergonomía de necesidades específicas
- Ergonomía preventiva

La antropometría es una de las áreas que fundamentan la ergonomía, y trata con las medidas del cuerpo humano que se refieren al tamaño del cuerpo, formas, fuerza y capacidad de trabajo.

En la ergonomía, los datos antropométricos son utilizados para diseñar los espacios de trabajo, herramientas, equipo de seguridad y protección personal, considerando las diferencias entre las características, capacidades y límites físicos del cuerpo humano.

Las dimensiones del cuerpo humano han sido un tema recurrente a lo largo de la historia de la humanidad; un ejemplo ampliamente conocido es el del dibujo de Leonardo da Vinci, donde la figura de un hombre está circunscrita dentro de un cuadro y un círculo, donde se trata de describir las proporciones del ser humano "perfecto". Sin

embargo, las diferencias entre las proporciones y dimensiones de los seres humanos no permitieron encontrar un modelo preciso para describir el tamaño y proporciones de los humanos.

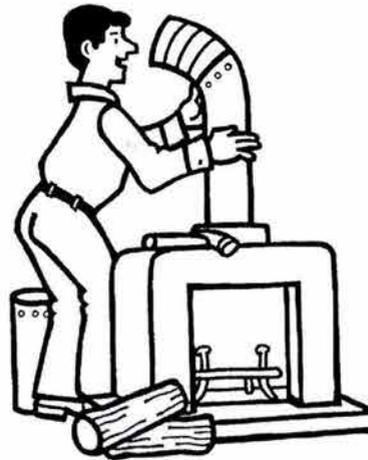
Los estudios antropométricos que se han realizado se refieren a una población específica, como lo puede ser hombres o mujeres, y en diferentes rangos de edad.

### **ACTIVIDADES:**

Escoger 3 áreas diferentes de proceso dentro de una empresa y enfocarse a un operario por área de proceso el cual haga operaciones repetitivas o se mantenga el mayor tiempo en esa área de trabajo.

Realizar un bosquejo del problema en cuestión y evaluar las condiciones antropométricas y ergonómicas de los operarios arriba descritos.

Proponer mejoras para cada caso y sustentar cada una de ellas.



### **CUESTIONARIO**

1. ¿Por qué es importante la ergonomía?
2. ¿Qué beneficios se tendrían con las mejoras que se proponen y por qué?

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Práctica EXPERIMENTAL

## TIEMPO CON CRONÓMETRO

**OBJETIVO:** Que el alumno aplique las técnicas de medición de tiempos de operaciones, analizando los factores que intervienen en la medición.

### MARCO TEÓRICO

Un cronómetro es un instrumento de medición del tiempo, con aspecto similar al reloj; pero cuyo mecanismo usualmente está diseñado para trabajar en sistemas decimales, en vez de los tradicionales sistemas sexadecimales de los relojes.

El cronómetro decimal de minutos (de 0.01) que se muestra en la figura 1 tiene su carátula con 100 divisiones y cada una de ellas corresponde a 0.01 de minuto. Por lo tanto, una vuelta completa de la manecilla mayor requerirá un minuto. El cuadrante pequeño del instrumento tiene 30 divisiones, correspondiendo cada una a un minuto. Por cada revolución de la manecilla mayor, la manecilla menor se desplazará una división, o sea, un minuto.



Figura 1. Cronómetro decimal de minutos (de 0.01 min.)

El cronómetro decimal de hora tiene la carátula mayor dividida en 100 partes, pero cada división representa un diezmilésimo (0.0001) de hora. Una vuelta completa de la manecilla mayor de este cronómetro marcará, por lo tanto, un centésimo (0.01) de hora, o sea 0.6 min. La manecilla pequeña registra cada vuelta de la mayor, y una revolución completa de la aguja menor marcará 18 min. o sea 0.30 de hora (figura 3). En el cronómetro decimal de horas las manecillas se ponen en movimiento, se detienen y se regresan a cero de la misma manera que en el cronómetro decimal de minuto de 0.01 min.

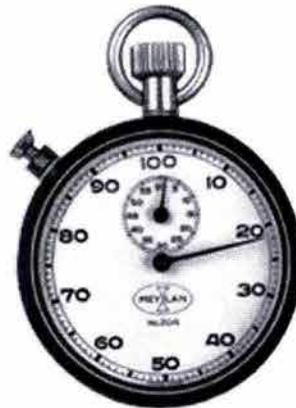


Figura 3. cronómetro decimal de hora

Se dispone actualmente de cronómetros totalmente electrónicos (figura 4), y éstos proporcionan una resolución de un centésimo de segundo y una exactitud de ( 0.002%. Cuando el instrumento está en el modo de regreso rápido (snapback), pulsando el botón de lectura se registra el tiempo para el evento y automáticamente regresa a cero y comienza a acumular el tiempo para el siguiente, cuyo tiempo se exhibe apretando el botón de lectura al término del suceso.



Figura 4. Tablero con cronómetro electrónico.

### *Cronómetros electrónicos auxiliados por computadora*

Este cronómetro (figura 5) permite la introducción de datos observados y los graba en lenguaje computarizado en una memoria de estado sólido. Las lecturas de tiempo transcurrido se graban automáticamente. Todos los datos de entradas y los datos de tiempo transcurrido pueden transmitirse directamente del cronómetro a una terminal de computadora a través de un cable de salida. La computadora prepara resúmenes impresos, eliminando la laboriosa tarea del cálculo manual común de tiempos elementales y permitidos y de estándares operativos.



Figura 5. Cronómetro electrónico auxiliado por computadora.

Existen dos técnicas de lectura con cronómetro:

#### 1. Técnica de medición a lectura continua

Esta técnica consiste en la lectura del cronómetro separando el inicio y fin de cada elemento mediante la visualización en la carátula en el momento en que ocurre, sin detener la marcha de la manecilla; logrando así obtener lecturas totales del ciclo. Para conocer el valor de cada elemento es necesario restar el valor final del mismo (fin del elemento) menos el valor inicial (inicio del elemento).

Ejemplo:

<b>No. Elemento</b>	<b>Tiempo (min)</b>
1	11
2	21
3	32
4	41
5	49
6	58
7	69
8	81
9	94
10	108
11	118
12	128
13	138
14	150
15	161

Ventajas:

- Es sumamente útil para elementos cortos ( mayores de .04 min), en que otra técnica produciría errores de sensibilidad en la operación del cronómetro.
- Permite obtener el valor total del ciclo.

Desventajas:

- Es necesario efectuar operaciones posteriores para obtener los valores de los elementos
- Pueden omitirse algunos valores cortos debido a la falta de atención constante en la operación.

## 2. Técnico de medición con retorno a cero

Consiste en la lectura del cronómetro mediante el disparo a cero de la aguja, en el momento en que se ha visualizado el inicio o terminación de un elemento.

Ejemplo:

<b>No. Elemento</b>	<b>Tiempo (min)</b>
1	11
2	10
3	11
4	9
5	8
6	9
7	11
8	12
9	13
10	14
11	10
12	10
13	12
14	11
15	12

Ventajas :

- Permite obtener valores directos de la lectura
- Propicia un adecuado y rápido manejo del cronómetro.

Desventajas.

- Su exactitud varía de acuerdo a la sensibilidad y destreza del analista
- No es instrumentalmente exacto para intervalos menores a .04 min.

### Tamaño de la Muestra

#### *Método Estadístico*

Para determinar el tamaño de la muestra o el número de observaciones que deben efectuarse para cada elemento, dado un nivel de confianza y un margen de exactitud predeterminados se puede utilizar un método estadístico.

Con el método estadístico, hay que efectuar cierto número de observaciones preliminares ( $n'$ ) y aplicar la siguiente fórmula para un nivel de confianza de 94.45 por ciento y un margen de error de  $\pm 5$  por ciento:

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

$n$  = tamaño de la muestra que deseamos determinar;

$n'$  = número de observaciones del estudio preliminar;

$\sum$  = suma de los valores;

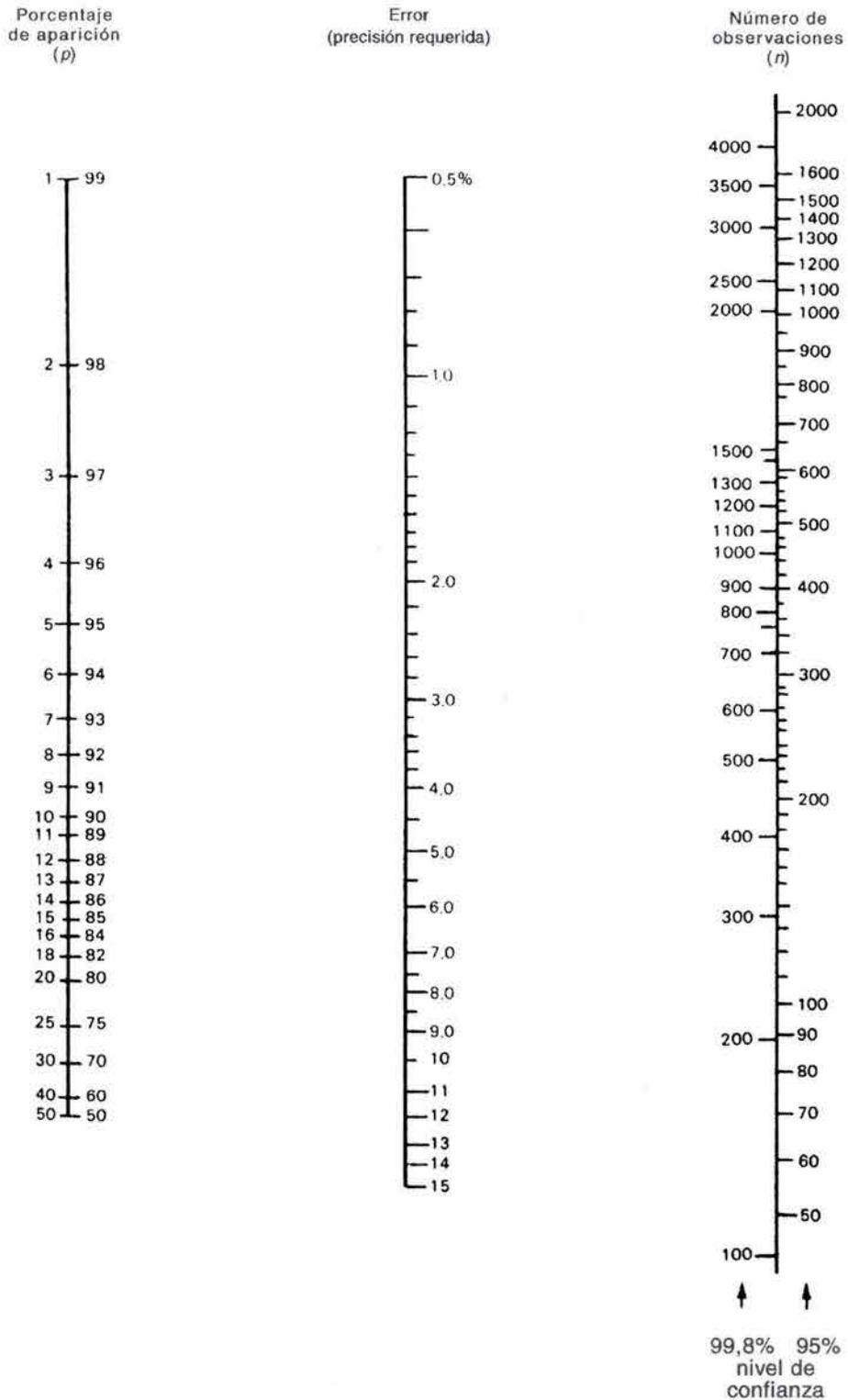
$x$  = valor de las observaciones;

Si se eligen un nivel de confianza y un margen de exactitud diferentes, la fórmula también cambiará; sin embargo, normalmente, se selecciona un nivel de confianza de 95 o 94.45 por ciento.

#### *Método Nomográfico*

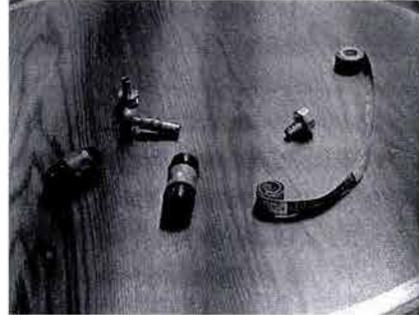
El tamaño de la muestra puede determinarse con mayor facilidad leyendo directamente el número de observaciones requeridas en un nomograma. Se traza una línea recta que partiendo de la ordenada  $p$  "porcentaje de aparición" corte a la ordenada "error (precisión requerida)" y se prolongue hasta encontrar la ordenada  $n$  "número de observaciones".

Nomograma para determinar el número de observaciones



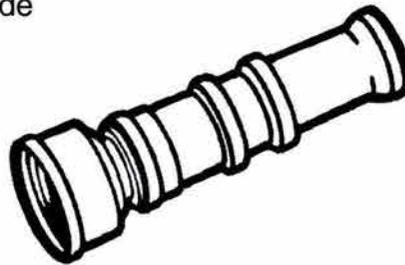
## MATERIAL Y EQUIPO

- Juego de conectores para riego
- Manguera de 1/2"
- Chiflón de bronce para manguera
- Conexión macho para acoplar manguera
- Conexión hembra para acoplar manguera
- pinzas



## DESARROLLO

1. Formar dos equipos de trabajo.
2. Uno de los equipos se encargará de tomar los tiempos de cada operación y del total del proceso, mientras tanto los otros equipos se encargarán de simular una línea de producción de mangueras.
3. Se rotarán los equipos hasta que cada uno tenga los tiempos del proceso.



## ACTIVIDADES

Elaborar una hoja de registro de tiempos con mediciones retorno a cero y continuo.

Hacer una comparación de los dos tipos de lectura y explique.

Establecer el número de muestras con el nomograma y con el método estadístico, compare y discuta los resultados.

## CUESTIONARIO

1. ¿Porqué es importante la toma de tiempos en un proceso? Explique.

2. ¿Qué diferencia existe entre la toma de tiempos con vuelta a cero y continua?
3. ¿Qué otros aspectos hicieron la diferencia de los tiempos?
4. ¿Qué acciones deben de llevarse a cabo para minimizar el tiempo de una actividad?
5. ¿Cuál es el número de muestras con el nomograma y con el método estadístico? Explique.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

## **CONCLUSIONES**



# Práctica EXPERIMENTAL

## NORMAS DE TIEMPOS PREDETERMINADOS

**OBJETIVO:** Que el alumno proponga un método de trabajo y el tiempo base para la fabricación de mangueras utilizando las normas de tiempo predeterminados.

### MARCO TEÓRICO

Los tiempos de movimientos básicos son una reunión de tiempos estándares válidos asignados a movimientos fundamentales y grupos de movimientos que no pueden ser evaluados precisamente con los procedimientos ordinarios de estudio de tiempos con cronómetro. Son el resultado de estudiar una gran muestra de operaciones diversificadas con un dispositivo de medición de tiempo, como una cámara de cine o de videograbación capaces de medir lapsos muy pequeños. Los valores de tiempos son básicos en el sentido de que refinamientos posteriores no solo son difíciles sino imprácticos. Muchas empresas exigen un certificado antes de permitir al analista establecer estándares usando los sistemas Work-Factor, MTM o MOST.

#### Work-Factor (Factor de Trabajo)

Es uno de los organismos precursores en establecer estándares sintéticamente a partir de valores de tiempos de movimientos. Ha alcanzado flexibilidad desarrollando tres diferentes procedimientos de aplicación, dependiendo de los objetivos del análisis y de la exactitud requeridos.

##### A) Work-Factor Simplificado

Se utiliza cuando las operaciones no requieren un análisis tan preciso y se usa generalmente para producciones de medio volumen.

### B) Work- Factor Detallado

Se elaboró para proporcionar estándares de tiempos precisos, se utiliza especialmente para operaciones de ciclo corto y trabajo repetitivo

### C) Work- Factor Fácil

Es menos preciso que el Work-Factor Detallado, al experiencia indica que las desviaciones respecto al detallado no son grandes y que los valores de tiempo resultantes, son apropiados para una extensa variedad de aplicaciones.

### *Medición de Tiempos de Métodos*

Es un sistema para estudiar el trabajo en el cuál los métodos se subdividen en movimientos básicos (cualquier movimiento del cuerpo humano o del los miembros del cuerpo utilizados en un sistema de análisis de movimientos como unidad básica de trabajo) a los que se les asigna valores en tiempo predeterminado.

En las tablas que se muestran a continuación se registran los valores de tiempo predeterminados para los movimientos básicos utilizados en un sistema, así como los diferentes casos para cada movimiento. Son muy fáciles de utilizar solo se tiene que identificar los movimientos y según la distancia o caso, nos dará los valores de dichos movimientos.

### MOST

Los analistas pueden establecer estándares MOST por lo menos cinco veces mas rápido que los estándares MTM-1. Utiliza bloques mas grandes de movimientos fundamentales que en MTM-2, el análisis del contenido de trabajo de una operación puede hacerse con rapidez

### El desarrollo de datos estándares

Uno de los mas amplios usos de tiempos predeterminados está en el desarrollo de elementos de datos estándares las operaciones se pueden preevaluar mucho mas rápidamente que por el laborioso procedi-

miento de resumir largas columnas de tiempos de movimientos fundamentales. Con datos estándares bien fundamentados, es económicamente factible establecer estándares para trabajo de mantenimiento, manejo de materiales, actividades de oficina, trabajo de inspección y otras operaciones indirectas y costosas.

### MATERIAL Y EQUIPO

- Juego de conectores para riego
- Manguera
- Chiflón de bronce para manguera
- Conexión macho para acoplar manguera de 1/2"
- Conexión hembra para acoplar manguera de 1/2"
- Pinzas



### DESARROLLO

1. Formar equipos
2. Cada uno de los equipos simularán una línea de producción de ensamble de mangueras de riego.
3. Cada equipo tendrá que identificar los movimientos básicos en la línea de producción y deberá consultar las tablas NTPD.
4. Cada equipo efectuará sus respectivas observaciones y repetirá el proceso las veces que sean necesarias.



### ACTIVIDADES

Selecciona el método del proceso de ensamble de la manguera.

Examinar la operación completa para la fabricación de mangueras, identificando los movimientos básicos que la componen, consultando las tablas NTPD y establecer el tiempo tipo requerido para efectuar dicha operación y obtener el tiempo estándar.

Compara los tiempos obtenidos para la fabricación de mangueras con cronómetro y con las tablas de las normas de tiempos predeterminados.

### **CUESTIONARIO**

1. ¿Qué ventajas tienen los sistemas NTPD que no poseen el estudio de tiempos con cronómetro?
2. ¿Cuál es el tiempo tipo y el tiempo estándar?
3. ¿Cuál es el método más exacto, el estudio de tiempos con cronómetro o los sistemas NTPD y porque?
4. ¿Cuál es el resultado de tiempo con cronómetro y con NTPD?

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Datos de aplicación del sistema MTM en tmu (pesos y medidas en unidades métricas decimales)

I. ESTIRAR EL BRAZO – R (REACH)

Distancia en cm	Tiempo (tmu)				Mano en movimiento		Clase y descripción
	A	B	C o D	E	A	B	
2 o menos	2,0	2,0	2,0	2,0	1,6	1,6	A. Estirar el brazo hacia un objeto en posición fija, o situado en la otra mano, o utilizado como punto de apoyo de la otra mano.
4	3,4	3,4	5,1	3,2	3,0	2,4	
6	4,5	4,5	6,5	4,4	3,9	3,1	
8	5,5	5,5	7,5	5,5	4,6	3,7	
10	6,1	6,3	8,4	6,8	4,9	4,3	
12	6,4	7,4	9,1	7,3	5,2	4,8	B. Estirar el brazo hacia un objeto aislado cuya ubicación puede variar ligeramente de un ciclo a otro.
14	6,8	8,2	9,7	7,8	5,5	5,4	
16	7,1	8,8	10,3	8,2	5,8	5,9	
18	7,5	9,4	10,8	8,7	6,1	6,5	
20	7,8	10,0	11,4	9,2	6,5	7,1	
22	8,1	10,5	11,9	9,7	6,8	7,7	C. Estirar el brazo hacia un objeto entreverado con otros, siendo necesario buscar y seleccionar.
24	8,5	11,1	12,5	10,2	7,1	8,2	
26	8,8	11,7	13,0	10,7	7,4	8,8	
28	9,2	12,2	13,6	11,2	7,7	9,4	
30	9,5	12,8	14,1	11,7	8,0	9,9	
35	10,4	14,2	15,5	12,9	8,8	11,4	D. Estirar el brazo hacia un objeto muy pequeño o que es necesario asir con precisión.
40	11,3	15,6	16,8	14,1	9,6	12,8	
45	12,1	17,0	18,2	15,3	10,4	14,2	
50	13,0	18,4	19,6	16,5	11,2	15,7	
55	13,9	19,8	20,9	17,8	12,0	17,1	
60	14,7	21,2	22,3	19,0	12,8	18,5	E. Estirar el brazo hacia un lugar indeterminado de modo que la mano esté en posición para dar equilibrio al cuerpo para realizar el movimiento siguiente o para no estorbar.
65	15,6	22,6	23,6	20,2	13,5	19,9	
70	16,5	24,1	25,0	21,4	14,3	21,4	
75	17,3	25,5	26,4	22,6	15,1	22,8	
80	18,2	26,9	27,7	23,9	15,9	24,2	

II. MOVER M (MOVE)

Distancia (cm)	A	B	C	Mano en movimiento B	Peso (kg) hasta	Constante estática (tmu)	Factor dinámico
2 o menos	2.0	2.0	2.0	1.7	1	0	1,00
4	3.1	4.0	4.5	2.8			
6	4.1	5.0	5.8	3.1			
8	5.1	5.9	6.9	3.7	2	1.6	1,04
10	6.0	6.8	7.9	4.3			
A. Mover el objeto contra un tope o a la otra mano							
12	6.9	7.7	8.8	4.9	4	2.8	1,07
14	7.7	8.5	9.8	5.4			
16	8.3	9.7	10.5	6.0	6	4.3	1,12
18	9.0	9.8	11.1	6.5			
20	9.6	10.5	11.7	7.1	8	5.8	1,17
22	10.2	11.2	12.4	7.6			
24	10.8	11.8	13.0	8.2	10	7.3	1,22
26	11.5	12.3	13.7	8.7			
28	12.1	12.8	14.4	9.3			
30	12.7	13.3	15.1	9.8	12	8.8	1,27
B. Mover el objeto hasta un lugar aproximado o indeterminado							
35	14.3	14.5	16.8	11.2	14	10.4	1,32
40	15.8	15.6	18.5	12.6			
45	17.4	16.8	20.1	14.0			
50	19.0	18.0	21.8	15.4	16	11.9	1,36
55	20.5	19.2	23.5	16.8			
60	22.1	20.4	25.2	18.2	18	13.4	1,41
65	23.6	21.6	26.9	19.5			
70	25.2	22.8	28.6	20.9	20	14.9	1,46
75	26.7	24.0	30.3	22.3			
80	28.3	25.7	32.0	23.7	22	16.4	1,51
C. Mover el objeto hasta un lugar exacto							

III A. GIRAR — T (TURN)											
Peso	Tiempo (tmu) por grado de giro										
	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
Pequeño: de 0 a 1kg	2,8	3,5	4,1	4,8	5,4	6,1	6,8	7,4	8,1	8,7	9,4
Medio: de 1 a 5 kg	4,4	5,5	6,5	7,5	8,5	9,6	10,6	11,6	12,7	13,7	14,8
Grande: de 5,1 a 16 kg	8,4	10,5	12,3	14,4	16,2	18,3	20,4	22,2	24,3	26,1	28,2

III B. APLICAR PRESIÓN — AP (APPLY PRESSURE)					
Ciclo completó			Componentes		
Símbolo	tmu	Descripción	Símbolo	tmu	Descripción
APA	10,6	AF + DM + RLF	AF	3,4	Aplicar fuerza Permanecer tiempo mínimo
			DM	4,2	
APB	16,2	APA + G2	RLF	3,0	Aflojar fuerza

Los símbolos de este cuadro corresponden a los siguientes vocablos ingleses: APPLY FORCE, DWELL, MÍNIMUM, RELEASE FORCE.

IV. ASIR — G (GRASP)

Clase	Tiempo (tmu)	Descripción
1A	2,0	Asir, para recogerlos, objetos pequeños, medianos o grandes, aislados y fáciles de apresar
1B	3,5	Asir objetos muy pequeños o estrechamente yuxtapuestos con una superficie plana horizontal
1C1	7,3	Asir, superando estorbos, objetos casi cilíndricos por la parte inferior y un costado. Diámetro mayor de 12 mm
1C2	8,7	Asir, superando estorbos, objetos casi cilíndricos por la parte inferior y un costado. Diámetro de 6 a 12 mm
1C3	10,8	Asir, superando estorbos, objetos casi cilíndricos por la parte inferior y un costado. Diámetro menor de 6 mm
2	5,6	Reasir
3	5,6	Asir con traslado
4A	7,3	Asir objetos entreverados con otros, siendo preciso buscar y seleccionar. Dimensiones mayores de 25 x 25 x 25 mm
4B	9,1	Asir objetos entreverados con otros, siendo preciso buscar y seleccionar. Dimensiones entre 6 x 6 x 3 y 25 x 25 x 25 mm
4C	12,9	Asir objetos entreverados con otros, siendo preciso buscar y seleccionar. Dimensiones menores de 6 x 6 x 3 mm
5	0	Asir por contacto, deslizamiento o enganche

V. POSICIONAR *—P (POSICIÓN)				
Clase de ajuste		Simetría	Fácil de manipular	Difícil de manipular
1. Flojo Sin necesidad de ejercer presión		S	5,6	11,2
		SS	9,1	14,7
		NS	10,4	6,0
2. Apretado Necesidad de ejercer una presión ligera		S	16,2	21,8
		SS	19,7	25,3
		NS	21,0	26,6
3. Exacto Necesidad de ejercer una presión fuerte		S	43,0	48,6
		SS	46,5	52,1
		NS	47,8	53,4

Distancia recorrida para encajar el objeto: 25 mm máximo.

S = simétrico (la pieza manipulada puede ocupar su posición determinada a uno y otro lado del eje). SS = semi-simétrico (la pieza sólo puede ocupar una posición en la única posición prevista con relación al eje). NS = no simétrico (la pieza tiene que estar en cualquier posición alrededor del eje).

VI. SOLTAR— RL (RELÉASE)

Caso	tiempo (tmu)	Descripción
1	2,0	Soltar normalmente, abriendo los dedos como movimiento independiente.
2	0	Dejar cesar el contacto.

VII. DESMONTAR — D (DISENGAGE)

Clase de ajuste	Fácil de manipular	Difícil de manipular
1. Flojo: esfuerzo muy pequeño; movimiento empalmado con el siguiente	4,0	5,7
2. Apretado; esfuerzo normal con ligero rebote	7,5	11,8
3. Exacto: esfuerzo considerable, con marcado retroceso de la mano	22,9	34,7

VIII. RECORRIDO DE LOS OJOS Y ENFOQUE VISUAL — ET Y EF (EYE TRAVEL AND EYE FOCUS)

Tiempo del recorrido =  $15,2 \times \frac{T}{D} \text{ tmu}$  con un valor máximo de 20 tmu.

siendo T = distancia entre los puntos extremos de la trayectoria visual;

D = distancia del ojo a la trayectoria T, medida perpendicularmente,

Tiempo para enfocar = 7,3 tmu.

IX. MOVIMIENTOS DEL CUERPO, PIERNA Y PIE

Descripción	Símbolo	Distancia	Tiempo (tmu)	
<b>Movimiento del pie:</b>				
Giro alrededor del tobillo	FM	Hasta 10cm		8,5
Con presión fuerte	FMP			19,1
<b>Movimiento de la pierna o del muslo</b>				
	LM	Hasta 15 cm		7,1
		Por cada cm adicional		0,5
<b>Paso lateral:</b>				
<b>Caso 1:</b> Termina cuando la pierna adelantada entra en contacto con el suelo	SS-C1	Menos de 30 cm	Se emplearán los tiempos de ESTIRAR MIEMBRO y MOVER	
		30 cm		17,0
		Por cada cm adicional		0,2
<b>Caso 2:</b> La pierna levantada en segundo lugar ha de tocar el suelo antes de que pueda realizarse el siguiente movimiento	SS-C2	Hasta 30cm		34,1
		Por cada cm adicional		0,4
<hr/>				
Inclinarse, agacharse o arrodillarse sobre una rodilla	BS KOK			29,0
Levantarse	ABASAKOK			31,9
Arrodillarse sobre ambas rodillas	KBK			69,4
Levantarse	AKBK			76,7
<hr/>				
Sentarse	SIT			34,7
Levantarse de un asiento	STD			43,3
Girar el cuerpo de 45 a 90°:				
<b>Caso 1:</b> Termina cuando la pierna adelantada entra en contacto con el suelo	TBC			118,2
<b>Caso 2:</b> La pierna levantada en segundo lugar ha de tocar el suelo antes de que pueda realizarse el siguiente movimiento	TBC			237,2
<hr/>				
Andar	W-M	Por metro		17,4
Andar	W-P	Por paso		15,0
Andar con obstáculos	W-PO	Por paso		17,0

IX. MOVIMIENTOS DEL CUERPO, PIERNA Y PIE

Descripción	Símbolo	Distancia	Tiempo (tmu)		
<b>Movimiento del pie:</b>					
Giro alrededor del tobillo	FM		Hasta 10cm	8,5	
Con presión fuerte	FMP			19,1	
<b>Movimiento de la pierna o del muslo</b>					
	LM		Hasta 15 cm	7,1	
			Por cada cm adicional	0,5	
<b>Paso lateral:</b>					
<b>Caso 1:</b> Termina cuando la pierna adelantada entra en contacto con el suelo	SS-C1		Menos de 30 cm	Se emplearán los tiempos de ESTIRAR MIEMBRO y MOVER	
			30 cm		17,0
			Por cada cm adicional		0,2
<b>Caso 2:</b> La pierna levantada en segundo lugar ha de tocar el suelo antes de que pueda realizarse el siguiente movimiento	SS-C2		Hasta 30cm	34,1	
			Por cada cm adicional	0,4	
<hr/>					
Inclinarse, agacharse o arrodillarse sobre una rodilla	BS KOK			29,0	
Levantarse	ABASAKOK			31,9	
Arrodillarse sobre ambas rodillas	KBK			69,4	
Levantarse	AKBK			76,7	
<hr/>					
Sentarse	SIT			34,7	
Levantarse de un asiento	STD			43,3	
Girar el cuerpo de 45 a 90°:					
<b>Caso 1:</b> Termina cuando la pierna adelantada entra en contacto con el suelo	TBC			118,2	
<b>Caso 2:</b> La pierna levantada en segundo lugar ha de tocar el suelo antes de que pueda realizarse el siguiente movimiento	TBC			237,2	
<hr/>					
Andar	W-M	Por metro		17,4	
Andar	W-P	Por paso		15,0	
Andar con obstáculos	W-PO	Por paso		17,0	

X. MOVIMIENTOS SIMULTÁNEOS

ESTIRAR BRAZO				MOVER			ASIR			POSICIONAR					MOVIMIENTO					
A, E	B	C, D 8m		A	B	CG2	G1A G1C G5	G1B	G4	P1S P2S	P1SS P2SS	P1NS D1D P2NS	D1E	D2		CASO				
		W	O	W	O	W	O	W	O	W	O	E	D	E	D	E	D			
						X	X					X	X	X				A, E	ESTIRAR BRAZO	
		X				X	X			X	X	X	X			X		B		
		X	X			X	X			X	X	X	X		X			C, D		
												X	X	X				A, Bm	MOVER	
										X	X	X	X			X		B		
						X	X			X	X	X	X					C		
																		G1A, G2, G5	ASIR	
										X	X	X	X					G1B, G1C		
										X	X	X	X					G4		
																		P1S	POSICIONAR	
																		P1SS, P2S		
																		P1NS, P2SS, P2NS		
																X	X	X	D1E, D1D	DESMONTAR
																X	X		D2*	

D = FÁCILES de ejecutar simultáneamente.  
 X = Pueden realizarse simultáneamente con PRACTICA.  
 ■ = DIFÍCILES de realizar simultáneamente, incluso con mucha práctica. Se conceden ambos tiempos.

MOVIMIENTOS NO INCLUIDOS EN LA TABLA:  
 GIRAR: Normalmente FÁCIL con todos los movimientos, salvo cuando se debe controlar el giro o combinarlo con DESMONTAR.

APLICAR PRESIÓN } Puede ser FÁCIL, realizable con PRÁCTICA o DIFÍCIL.  
 HACER GIRAR } Cada caso debe analizarse.  
 POSICIONAR: Clase 3: Siempre DIFÍCIL.  
 DESMONTAR: Clase 3: Normalmente DIFÍCIL.  
 SOLTAR: Siempre FÁCIL.  
 DESMONTAR: Todos las clases pueden ser DIFÍCILES si hay que tener cuidado para que el objeto no sufra daños.  
 \* W (Within) = Dentro del campo de visión normal,  
 O (Outside) = Fuera v.g.: r = 10 cm, d = 40 cm.  
 \*\* E (Easy) = FÁCIL de manipular.  
 D (Difficult) = DIFÍCIL de manipular.

Distancia (m) x	Tiempo observado (min.)	Valoración	Tiempo básico (min.)	Promedio
10	0.13	85	0.1105	0.1118
	0.13	90	0,1170	
	0.13	85	0.1105	
	0,11	95	0,1045	
	0.12	90	0,1080	
	0.15	80	0,1200	
20	0.21	105	0,2205	0.2127
	0.21	105	0,2205	
	0.22	95	0,2090	
	0.22	100	0,2200	
	0.26	80	0,2080	
	0.22	90	0,1980	
30	0.29	110	0,3190	0.3034
	0.30	100	0,3000	
	0.32	90	0,2880	
	0.30	100	0,3000	
	0.30	100	0,3000	
	0.33	95	0.3135	
40	0.38	110	0,4180	0.4025
	0.37	110	0,4070	
	0.38	110	0,4180	
	0.43	90	0.3870	
	0.42	90	0.3780	
	0.37	110	0.4070	

### Ejemplo de tablas utilizadas para calcular suplementos por descanso

El presente apéndice se basa en información facilitada por la empresa Peter Steel and Partners (Reino Unido). Existen tablas similares elaboradas por diversas instituciones como la REFA (Alemania), y otras empresas de consultoría. Los suplementos por descanso pueden determinarse utilizando las tablas de tensiones relativas y la tabla de conversión de los puntos reproducidos en este apéndice. El análisis debería efectuarse del modo siguiente:

1. Determinar, para el elemento de trabajo en estudio, el grado de tensión impuesta consultando el acápite que corresponda en la tabla de tensiones presentada a continuación, así como la tabla de tensiones relativas.
2. Asignar puntos según lo indicado en dichas tablas y determinar el total de puntos para las tensiones impuestas por la ejecución del elemento de trabajo.
3. Extraer de la tabla de conversión de los puntos el suplemento por descanso apropiado.

Tabla I. Puntos asignados a las diversas tensiones: resumen

Tipo de tensión			
Tensión física provocada por la naturaleza del trabajo	Bajo	Mediano	Alto
Fuerza ejercida en promedio	0-85	0-113	0-149
Postura	0-5	6-11	12-16
Vibraciones	0-4	5-10	11-15
Ciclo breve	0-3	4-6	7-10
Ropa molesta	0-4	5-12	13-20
Tensión mental			
1. Concentración o ansiedad	0-4	5-10	11-15
2. Monotonía	0-2	3-7	8-10
3. Tensión visual	0-5	6-11	12-20
4. Ruido	0-2	3-7	8-10
Tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones de trabajo			
1. Temperatura			
Humedad baja	0-5	6-11	12-16
Humedad mediana	0-5	6-14	15-26
Humedad alta	0-6	7-17	18-36
Tipo de tensión			
2. Ventilación	0-3	4-9	10-15
3. Emanaciones de gases	0-3	4-8	9-12
4. Polvo	0-3	4-8	9-12
5. Suciedad	0-2	3-6	7-10
6. Presencia de agua	0-2	3-6	7-10

*Nota:* Atribuir por separado los puntos correspondientes a cada tensión, sin tener en cuenta los asignados a las demás tensiones. Cuando una tensión aparece solamente durante parte del tiempo, se le atribuyen puntos a prorrata de la producción de tiempo en que aparece.

Ejemplo. Alta concentración: 16 puntos, 25 por ciento del tiempo.

Baja concentración: 4 puntos, 75 por ciento del tiempo

Calculo:  $16.00 * 0.25 = 4$  puntos

+  $4.00 * 0.75 = 3$  puntos

Total 7 puntos

**TABLAS DE TENSIONES RELATIVAS**

**A. Tensión física provocada por la naturaleza del trabajo**

**1. FUERZA EJERCIDA EN PROMEDIO (FACTOR A. 1)**

Considerar todo el elemento o período al que corresponderá el suplemento por descanso y determinar la fuerza media ejercida.

*Ejemplo:* Levantar y transportar un peso de 20 kg (tiempo: 12 segundos) y volver con las manos vacías (tiempo: 8 segundos). Si, en este ejemplo, el suplemento por descanso debe aplicarse a los 20 segundos en su totalidad la "fuerza ejercida en promedio" se calculara como sigue:

$$\left(40 \times \frac{12}{20}\right) + \left(0 \times \frac{8}{24}\right) = 24kg$$

El número de puntos atribuidos según el promedio de la fuerza ejercida dependerá del tipo de esfuerzo realizado. El esfuerzo realizado esta clasificado de la manera siguiente:

- a) **Esfuerzo mediano**  
 Cuando el trabajo consiste principalmente en:
  - i) transportar o sostener cargas;
  - ii) traspalar, martillar y otros movimientos ritmicos.
 Esta categoría incluye la mayor parte de las operaciones.
- b) **Esfuerzo reducido**  
 Cuando se desplaza el peso del cuerpo a fin de:
  - i) ejercer fuerza: por ejemplo, accionar un pedal, presionar un articulo con el cuerpo contra un disco de bruñir;
  - ii) sostener o transportar cargas bien equilibradas sujetas al cuerpo por fajas o colgadas de los hombros; los brazos y las manos están libres.
- c) **Esfuerzo intenso**  
 Cuando el trabajo consiste principalmente en:
  - i) levantar cargas;
  - ii) ejercer fuerza mediante el uso prolongado de determinados músculos de los dedos y brazos;
  - iii) levantar o sostener cargas en posturas difíciles, manipular cargas pesadas para colocarlas en posiciones difíciles;
  - iv) Efectuar operaciones en ambientes calurosos, trabajar metales en caliente, etc.

En esta categoría, los suplementos por descanso deberían atribuirse sólo después de haber hecho todo lo posible por mejorar las instalaciones a fin de aliviar la tarea física.

Deberían estudiarse los elementos en relación con las condiciones de esfuerzo reducido, mediano o intenso. Las tablas II, III o IV indican los punios que se atribuirán según el tipo de fuerza y la fuerza ejercida en promedio.

Tabla II. Esfuerzo mediano: puntos para la fuerza ejercida en promedio

kg	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
0	0	0	0	0	3	6	8	10	12	14
5	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
10	25	26	27	28	29	30	31	32	32	33
15	34	35	36	37	38	39	39	40	41	41
20	42	43	44	45	46	46	47	48	49	50
25	50	51	51	52	53	54	54	55	56	56
30	57	58	59	59	60	61	61	62	63	64
35	64	65	65	66	67	68	69	70	70	71
40	72	72	72	73	73	74	74	75	76	76
45	77	78	79	79	80	80	81	82	82	83
50	84	85	86	86	87	88	88	88	89	90
55	91	92	93	94	95	95	96	96	97	97
50	97	98	98	98	99	99	99	100	100	100
35	101	101	102	102	103	104	105	106	107	108
70	109	109	109	110	110	111	112	112	112	113

Tabla III. Esfuerzo reducido: puntos para la fuerza ejercida en promedio

Kg	0.0	0,5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
0	0	0	0	0	3	6	7	8	9	10
5	11	12	13	14	14	15	16	16	17	18
10	19	19	20	21	22	22	23	23	24	25
15	26	26	27	27	28	28	29	30	31	31
20	32	32	33	34	34	35	35	36	36	37
25	38	38	39	39	40	41	41	42	42	43
30	43	43	44	44	45	46	46	47	47	48
35	48	49	50	50	50	51	51	52	52	53
40	54	54	54	55	55	56	56	57	58	58
45	58	59	59	60	60	60	61	62	62	63
50	63	63	64	65	65	66	66	66	67	67
55	68	68	68	69	69	70	71	71	71	72
60	72	73	73	73	74	74	75	75	76	76
65	77	77	77	78	78	78	79	80	80	81
70	81	82	82	82	83	83	84	84	84	85

Tabla IV. Esfuerzo intenso: puntos para la fuerza ejercida en promedio

kg	0.0	0,5	1.0	1.5	1.5-2	2	2.5	3.0	3.5	4	4.5
0	0	0	0	3	6	8	11	13	15	17	18
5	20	21	22	24		25	27	28	29	30	32
10	33	34	35	37		38	39	40	41	43	44
15	45	46	47	45		49	50	51	51	54	55
20	56	57	58	59		60	61	62	62	64	65
25	66	67	68	69		70	71	72	72	74	75
30	76	76	77	78		79	80	81	81	83	84
35	85	86	87	88		88	89	90	90	92	93
40	94	94	95	96		97	98	99	99	101	101
45	102	103	104	105		105	106	107	107	109	110
50	110	111	112	113		114	115	115	115	117	118
55	119	119	120	121		122	123	124	124	125	126
60	127	128	128	129		130	130	131	132	133	134
65	135	136	136	137		137	138	139	140	141	142
70	142	143	143	144		145	146	147	148	148	149

*Ejemplo:* Suponiendo que el trabajador deba transportar un peso de 12,5 kg:

- i) se determina el tipo de esfuerzo (mediano, reducido o intenso);
- ii) en la tabla correspondiente al tipo de esfuerzo (tabla II, III o IV) se busca, con la columna de la izquierda, el renglón referente a 10 kg;
- iii) se sigue ese renglón hacia la derecha hasta llegar a la columna 2,5;
- iv) se ven los puntos atribuidos para 12,5 kg transportados, o sea:
  - tabla II, esfuerzo mediano: 30 puntos;
  - tabla III, esfuerzo reducido: 22 puntos;
  - tabla IV, esfuerzo intenso: 39 puntos.

2. POSTURA (FACTOR A.2)

Determinar si el trabajador está sentado, de pie, agachado o en una posición engorrosa, si tiene que manipular una carga y si ésta es fácil o difícil de manipular.

	Puntos
Sentado cómodamente	0
Sentado incómodamente, o a veces sentado y a veces de pie	2
De pie o andando libremente	4
Subiendo o bajando escaleras sin carga	5
De pie o andando con una carga	6
Subiendo o bajando escaleras de mano, o debiendo a veces inclinarse, levantarse, estirarse o arrojar objetos	8
Levantando pesos con dificultad, traspalando balasto a un contenedor	10
Debiendo constantemente inclinarse, levantarse, estirarse o arrojar objetos	12
Extrayendo carbón con un zapapico, tumbado en una veta baja	16

3. VIBRACIONES (FACTOR A.3)

Considerar el impacto de las vibraciones en el cuerpo, extremidades o manos, y el aumento el esfuerzo mental debido a las mismas o a una serie de sacudidas o golpes.

	Puntos
Traspalar materiales ligeros	1
Coser con maquina eléctrica o afin	2
Sujetar el material en el trabajo con prensa o guillotina mecánica	
Tronzar madera	4
Traspalar balasto	
Trabajar con una taladradora mecánica portátil accionada con una sola mano	
Picar con zapapico	6
Emplear una taladradora mecánica que exige las dos manos	8
Emplear un martillo perforador con hormigón	15

4. CICLO BREVE (TRABAJO MUY REPETITIVO) (FACTOR A.4)

Si en un trabajo muy repetitivo una serie de elementos muy cortos forman un ciclo que se repite continuamente durante un largo periodo, se atribuyen puntos como se indica a continuación a fin de compensar la imposibilidad de alternar los músculos utilizados durante el trabajo.

Tiempo medio del ciclo (centiminutos)	Puntos
16-17	1
15	2
13-14	3
12	4
10-11	5
8-9	6
7	7
6	8
5	9
Menos de 5	10

5. ROPA MOLESTA (FACTOR A.5)

Considerar el peso de la ropa de protección en relación con el esfuerzo y el movimiento. Observar asimismo si la ropa estorba la aireación y la respiración.

	Puntos
Guantes de caucho para cirugía	1
Guantes de caucho de uso doméstico	2
Botas de caucho	3
Gafas protectoras para afilador	5
Guantes de caucho o piel de uso industrial	8
Máscara (por ejemplo, para pintar con pistola)	15
Traje de amianto o chaqueta encerada	20
Ropa de protección incómoda y mascarilla de respiración	20

B. Tensión mental

1. CONCENTRACIÓN/ANSIEDAD (FACTOR B.1)

Considerar las posibles consecuencias de una menor atención por parte del trabajador, el grado de responsabilidad que asume, la necesidad de coordinar los movimientos con exactitud y el grado de precisión o exactitud exigido.

	Puntos
Hacer un montaje corriente	0
Traspalar balasto	
Hacer un embalaje corriente; lavar vehículos	1
Empujar carrito por un pasillo despejado	
Alimentar troquel de prensa sin tener que aproximar la mano a la prensa	2
Rellenar de agua una batería	
Pintar paredes	3
Juntar lotes pequeños y sencillos sin necesidad de prestar mucha atención	4
Coser a máquina con guía automática	
Pasar con carrito a recoger pedidos de almacén	5
Hacer una inspección simple	
Cargar/descargar troquel de una prensa; alimentar la prensa a mano	6
Pintar metal labrado con pistola	
Sumar cifras	7
Inspeccionar componentes detallados	
Brufir y pulir	8
Coser a máquina guiando manualmente el trabajo	10
Empaquetar bombones surtidos recordando de memoria la presentación y efectuando la consiguiente selección	
Montar trabajos demasiado complejos para ser automatizados	
Soldar piezas sujetas con una plantilla	
Conducir un autobús con tráfico intenso o neblina	15
Marcar piezas con detalles de mucha precisión	

**2. MONOTONÍA (FACTOR B.2)**

Considerar el grado de estímulo mental y, en caso de trabajar con otras personas, espíritu de competencia, música, etc.

	Puntos
Efectuar de a dos un trabajo por encargo	0
Limpiarse los zapatos solitariamente durante media hora	3
Efectuar un trabajo repetitivo } Efectuar un trabajo no repetitivo }	5
Hacer una inspección corriente	6
Sumar columnas similares de cifras	8
Efectuar solo un trabajo sumamente repetitivo	11

**3. TENSION VISUAL (FACTOR B.3)**

Considerar las condiciones de iluminación natural y artificial, deslumbramiento, centelleo, luz y proximidad del trabajo, así como la duración del periodo de tensión.

	Puntos
Efectuar un trabajo fabril normal	0
Inspeccionar defectos fácilmente visibles } Clasificar por colores artículos con colores distintivos } Efectuar un trabajo fabril con mala luz }	2
Inspeccionar con intermitencias defectos de detalle } Clasificar manzanas según su tamaño }	4
Leer el periódico en un autobús	8
Soldar por arco con máscara } Inspeccionar con la vista en forma continua, por ej. } los tejidos salidos del telar }	10
Hacer grabados utilizando un monóculo de aumento	14

**4. RUIDO (FACTOR B.4)**

Considerar si el ruido afecta a la concentración, si es un zumbido constante o un ruido de fondo, si es regular o aparece de improviso, si es irritante o sedante. (Se ha dicho del ruido que es un sonido fuerte producido por otra persona y *no por mí*.)

	Puntos
Trabajar en una oficina tranquila sin ruidos que distraigan } Trabajar en un taller de pequeños montajes }	0
Trabajar en una oficina del centro de la ciudad oyendo continuamente el ruido del tráfico	1
Trabajar en un taller de máquinas ligeras } Trabajar en una oficina o taller donde el ruido } distraiga la atención }	2
Trabajar en un taller de carpintería	4
Hacer funcionar un martillo de vapor en una fragua	5
Hacer remaches en un astillero	9
Perforar pavimentos de carretera	10

C. Tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones de trabajo

1. TEMPERATURA Y HUMEDAD (FACTOR C.1)

Considerar las condiciones generales de temperatura y humedad de la atmósfera y clasificarlas como se indican a continuación. Según la temperatura media observada y seleccionar el calor adecuado en una de las series siguientes:

Humedad (por ciento)	Temperatura		
	Hasta 23° C	De 23 a 32° C	Más de 32° C
Hasta 75	0	6 – 9	12 – 16
De 76 a 85	1-3	8 – 12	15 – 26
Más de 85	4-6	12 – 17	20 – 36

2. VENTILACIÓN (FACTOR C.2)

Considerar la calidad y frescura del aire, así como el hecho de que circule o no (climatización o corriente natural).

	Puntos
Oficinas Fábricas con ambiente físico similar al de una oficina }	0
Talleres con ventilación aceptable, pero con un poco de corriente de aire	1
Talleres con corrientes de aire	3
Sistema de cloacas	14

3. EMANACIONES DE GASES (FACTOR C.3)

Considerar la naturaleza y concentración de las emanaciones de gases: tóxicos o nocivos para la salud; irritantes para los ojos, nariz, garganta o piel; olor desagradable.

	Puntos
Torno con líquidos refrigerantes	0
Pintura de emulsión Corte por llama oxiacetilénica Soldadura con resina }	1
Gases de escape de vehículos de motor en un pequeño garaje comercial	5
Pintura celulósica	6
Trabajos de moldeado con metales	10

4. POLVO (FACTOR C.4)

Considerar el volumen y tipo de polvo.

	Puntos
Trabajo de oficina Operaciones normales de montaje ligero Trabajo en taller de prensas }	0
Operaciones de rectificación y bruñido con buen sistema de aspiración del aire	1
Aserrar madera	2
Evacuar cenizas	4
Abrasión de soldaduras	6
Trasegar coque de tolvas a volcadores o camiones	10
Descargar cemento	11
Demoler edificios	12

**5. SUCIEDAD (FACTOR C.5)**

Considerar la naturaleza del trabajo y la molestia general causada por el hecho de que sea ocio. Este suplemento comprende el «tiempo para lavarse» en los casos en que se paga (es decir, os trabajadores disponen de tres o cinco minutos para lavarse, etc.). No deben atribuirse puntos tiempo a la vez.

	Puntos
Trabajo de oficina } Operaciones normales de montaje }	0
Manejo de multcopistas de oficina	1
Barrido de polvo o basura	2
Desmontaje de motores de combustión interna	4
Trabajo debajo de un vehículo de motor usado	5
Descarga de sacos de cemento	7
Extracción de carbón } Deshollinado de chimeneas }	10

**6. PRESENCIA DE AGUA (FACTOR C.6)**

Considerar el efecto acumulativo del trabajo efectuado en ambiente mojado durante un largo periodo.

	Puntos
Operaciones normales de fábrica	0
Trabajo al aire libre, por ejemplo el de cartero	1
Trabajo continuo en lugares húmedos	2
Apomazado de paredes con agua	4
Manipulación continua de productos mojados	5
Lavandería - tintorería: trabajos con agua y vapor; suelo empapado de agua, manos en contacto con el agua	10

**Tabla de conversión de los puntos**

Tabla V. Porcentaje de suplemento por descanso según el total de puntos atribuidos

Puntos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	10	100	10	10	10	10	10	11	11	11
10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
20	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15
30	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18
40	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23
50	24	24	25	26	26	27	27	28	28	29
60	30	30	31	32	32	33	34	34	35	36
70	37	37	38	39	40	40	41	42	43	44
80	45	46	47	48	48	49	50	51	52	53
90	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
100	64	65	78	68	69	70	71	72	73	74
110	75	77	78	79	80	82	83	84	85	87
120	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100
130	101	103	105	106	107	109	110	112	113	115
140	116	118	119	121	122	123	125	126	128	130

Ejemplo: Si el número total de puntos atribuidos a las diferentes tensiones se eleva a 37:  
i) buscar, en la columna de la izquierda de la tabla V, la línea correspondiente a 30;

- ii) seguir esa línea hacia la derecha hasta llegar a la columna 7;
- iii) leer el suplemento por descanso correspondiente a 37 puntos, que es de 18 por ciento.

**Ejemplos de cálculo de suplementos por descanso**

1. *Accionamiento de una prensa mecánica.* Cuando la guarda de la prensa se abre automáticamente, estirar la mano izquierda hasta la pieza, asirla y extraerla. Con la mano izquierda llevar la pieza hasta el recipiente previsto, mientras la mano derecha coloca una pieza no trabajada en el troquel de la prensa. Retirar la mano derecha mientras la izquierda cierra la guarda. Accionar la prensa con el pie. Simultáneamente, estirar la mano derecha hasta el recipiente, asir una pieza basta y orientarla en la mano, llevar la pieza hasta la guarda y esperar que ésta se abra. Prensa de 20 toneladas. Extensión máxima del brazo: 50 cm. Posición algo forzada; sentado en la máquina. Departamento ruidoso; buena luz.

2. *Transportar saco de 25 kg al piso superior.* Levantar el saco y apoyarlo en un banco de 90 cm de altura, colocarlo en la espalda, subirlo por la escalera al piso superior y soltarlo en el suelo. Presencia de polvo en el aire.

3. *Empaquetar bombones en cajas de 2 kg, disponiéndolos según un esquema y en tres capas, con un promedio de 160 por caja.* El trabajador se sienta delante de una estantería donde hay 11 clases de bombones en bandejas o latas; deberá empaquetarlos siguiendo de memoria el esquema de cada capa. Ambiente con aire acondicionado, buena luz.

Tabla VI. Cálculo de suplementos por descanso: ejemplos

Tipo de tensión	Tarea		Transportar saco de 25 kg		Empaquetar bombones	
	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos	Esfuerzo	Puntos
<b>A. Tensión física</b>						
1. Fuerza media (kg)	--	--	M	50	--	--
2. Postura	B	4	M	6	B	2
3. Vibraciones	B	2	B	--	--	--
4. Ciclo breve	A	10	B	--	--	--
5. Ropa molesta	--	--	--	--	--	--
<b>B. Tensión mental</b>						
1. Concentración / ansiedad	M	6	B	1	A	10
2. Monotonía	M	6	B	1	B	2
3. Tensión visual	B	3	--	--	B	2
4. Ruido	M	4	B	--	B	1
<b>C. Condiciones de trabajo</b>						
1. Temperatura / humedad	--	--	B/B	1	B/B	3
2. Ventilación	--	--	--	--	--	--
3. Emanaciones de gases	--	--	--	--	--	--
4. Polvo	--	--	A	9	--	--
5. Suciedad	M	3	B	--	--	--
6. Presencia de agua	--	--	B	--	--	--
<b>Total de puntos</b>		<b>38</b>		<b>68</b>		<b>20</b>
Suplemento por descanso, incluyendo pausas para tomar una bebida (porcentaje)		18		35		13



# Práctica CAMPO

## MUESTREO DEL TRABAJO

**OBJETIVO:** Que el alumno determine el porcentaje de aparición de cierta operación en una estación de trabajo.

### MARCO TEÓRICO

El muestreo de trabajo es una técnica para determinar, mediante muestreo estadístico y observaciones aleatorias, el porcentaje de aparición de determinada actividad.

Se utiliza para investigar las proporciones del tiempo total dedicada a las diversas actividades que componen una tarea, actividades o trabajo. Los resultados del muestreo sirven para determinar tolerancias o márgenes aplicables al trabajo, para evaluar la utilización de las máquinas y para establecer estándares de producción.

El método de muestreo de trabajo tiene varias ventajas sobre el de obtención de datos por el procedimiento usual de estudios de tiempos. Tales ventajas son:

1. No requiere observación continua por parte de un analista durante un período de tiempo largo.
2. El tiempo de trabajo de oficina disminuye
3. El total de horas-trabajo a desarrollar por el analista es generalmente mucho menor
4. El operario no está expuesto a largos períodos de observaciones cronométricas
5. Las operaciones de grupos de operarios pueden ser estudiadas fácilmente por un solo analista.

A diferencia del costoso y poco práctico método de observación continua, el muestreo del trabajo se basa principalmente en la ley de probabilidades.

Teoría de muestreo de trabajo.

La probabilidad de x ocurrencias de un evento en n observaciones:

$$(p + q)^n = 1$$

p = probabilidad de una ocurrencia o suceso

q = 1-p = probabilidad de que no haya ocurrencia

n = número de observaciones

Planeación del estudio de muestreo del trabajo

a) El primer paso es efectuar una estimación preliminar de las actividades acerca de las que se busca información. Esta estimación puede abarcar una o mas actividades. Con frecuencia la estimación se puede realizar a partir de datos cronológicos. Se deberá muestrear el área o las áreas de interés durante un período corto y utilizar la información obtenida como base de las estimaciones.

b) Una vez hechas las estimaciones se debe determinar la exactitud que sea de los resultados. Esto se puede expresar mejor como una tolerancia dentro de un nivel de confianza establecido. El analista llevará a cabo ahora una estimación del número de observaciones a realizar. Es posible determinar la frecuencia de las observaciones.

c) El siguiente paso será diseñar la forma para muestreo de trabajo en la que se tabularán los datos y los diagramas de control que se utilizarán junto con el estudio.

Determinación de las observaciones necesarias

$$n = \frac{\hat{p} \left[ 1 - \hat{p} \right]}{\sigma_p^2}$$

$\sigma_p$  = Desviación estándar de un porcentaje

$\hat{p}$  = proporción verdadera de ocurrencias del elemento que se busca

n = número de observaciones al azar en las que se basa p

### Determinación de la frecuencia de las observaciones

Esta frecuencia depende en su mayor grado de los números de observaciones requeridas y de los límites de tiempo aplicados al desarrollo de los datos.

#### **MATERIAL Y EQUIPO:**

- hoja de muestreo

#### **DESARROLLO:**

Hacer equipos.

Cada uno de los equipos deberá seleccionar una estación de trabajo para realizar el muestreo.

Deberán establecerse tiempos en los cuáles el equipo anotará las actividades de una persona en la estación de trabajo seleccionada.



#### **ACTIVIDADES:**

Establecer, mediante un muestreo de trabajo, la proporción de tiempo que dedica una persona para realizar cierta operación en su estación de trabajo.

#### **CUESTIONARIO**

1. ¿Qué ventajas tiene el procedimiento de muestreo de trabajo?
2. ¿Como se pueden establecer las tolerancias dentro del muestreo de trabajo?
3. ¿En que áreas o actividades tiene aplicación el muestreo de trabajo?

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

**ESTUDIO DE MUESTREO DEL TRABAJO**

TALLER PRINCIPAL DE REPARACIONES      Número de observadores en este estudio \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_ Por \_\_\_\_\_

Notas \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Obs. Núm.	Tiempo aleatorio	Eventos productivos					Eventos no productivos					Total de observaciones	Porcentaje productivo	Porcentaje no productivo	
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
Totales															

# Práctica EXPERIMENTAL

## BALANCEO DE LÍNEAS

**OBJETIVO:** Aplicar una metodología para equilibrar líneas de producción, involucrando todos los aspectos importantes en el incremento de los índices de productividad.

### MARCO TEÓRICO

El balanceo de líneas de ensamble consiste en agrupar actividades u operaciones que cumplan con el tiempo de ciclo determinado con el fin de que cada línea de producción tenga continuidad; es decir, que en cada estación o centro de trabajo, cuente con un tiempo de proceso uniforme o balanceado, de esta manera las líneas de producción pueden ser continuas y no tener cuellos de botella.

Los elementos de trabajo establecidos de acuerdo con el principio de la división del trabajo, se asignan a las estaciones de manera que todas ellas tengan aproximadamente la misma cantidad de trabajo. A cada trabajador, en su estación, se le asignan determinados elementos y los lleva a cabo una y otra vez en cada unidad de producción mientras pasa a su estación.

Si los tiempos productivos que se requieren en todas las estaciones de trabajo fuesen iguales no existirían tiempos muertos, y la línea estaría perfectamente equilibrada. El problema para encontrar las formas de igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones se denomina “problema de balanceo de líneas”.

### PASOS PARA EL BALANCEO DE LÍNEAS

1. Hacer un diagrama de precedencia
2. Determinar el tiempo de ciclo requerido (C), utilizando la siguiente expresión matemática:

$$N = \frac{\text{tiempo de producción x día}}{\text{producción requerida (en unidades)}}$$

- Determinar el número teórico de estaciones de trabajo necesarias (N) para satisfacer el tiempo de ciclo, utilizando la siguiente expresión:

$$N = \frac{\text{Suma de tiempo de trabajos}}{\text{tiempo de ciclo}} = \frac{T}{C}$$

- Seleccionar una regla para asignación de estaciones de trabajo y una segunda regla para romper empates. En general, la estrategia es utilizar una regla que asigne a los trabajos que mayor tiempo se tardan o los que tienen mayor número de trabajos posteriores.
- Asignar tareas de una por una a la primera estación de trabajo, hasta que la suma de los tiempos de las tareas sea igual al tiempo de ciclo, o que no haya ninguna otra tarea que en tiempo o secuencia sean factibles.

- Evaluar la eficiencia del balance:

$$\text{eficiencia} = \frac{\text{Suma de tiempo de trabajos}}{\text{No. actual de estaciones de trabajo x tiempo de ciclo}} = \frac{T}{N \times C}$$

- Si la eficiencia es no satisfactoria, rebalancear la línea utilizando un criterio diferente.

**MATERIAL Y EQUIPO:**

- banda transportadora
- pan de caja
- mayonesa
- mostaza
- queso
- jamón
- aguacate



- jitomate
- cebolla
- lechuga
- rajas
- servilletas
- bolsas de sandwich
- etiquetas
- cronómetros

## DESARROLLO

1. Formar dos equipos A y B.
2. Haciendo uso de la banda transportadora, el equipo A simulará una línea de producción de sandwiches, asignándose tareas a cada uno de los integrantes del equipo. El equipo B debe documentar el proceso que lleve a cabo el equipo A, tomando tiempos de cada una de las actividades realizadas para obtener los tiempos de trabajo; para establecer el tiempo ciclo con base en los datos obtenidos.



3. Al terminar 10 sandwiches, se detiene el proceso, se hace un análisis de tiempos de trabajo, del tiempo de ciclo así como del número de estaciones de trabajo que se tienen, es necesario que se realicen mejoras en el proceso, se discutan los métodos de las actividades y sus tiempos obtenidos en los puntos anteriores.
4. Ahora el equipo B, aplicará un nuevo método de trabajo teniendo como objetivo el balanceo de línea y la minimización de los tiempos de proceso.
5. Deben comparar sus resultados y exigirse en un tiempo menor una demanda igual o mayor y así poder determinar la eficiencia de cada una de las líneas. Ambos equipos simularán nuevamente el proceso; pero tomando una demanda flexible, donde el cliente solicita el tipo de producto (con o sin jitomate, con o sin cebolla, con o sin aguacate, etc.) y se deberán analizar los resultados.

## **ACTIVIDADES**

Determinar el cuello de botella , el número de operarios, el tiempo de ciclo y la eficiencia de la primera simulación de la fabricación de sandwiches, de la línea a la cual se le hicieron mejoras y de la línea flexible, comparando resultados.

## **CUESTIONARIO**

1. ¿Qué es un cuello de botella?
2. ¿Qué factores se deben considerar para balancear una línea de producción?
3. ¿Qué tipo de sistema productivo conviene convertir en una línea de producción?
4. ¿Cuál es la mejor manera de probar una distribución de equipo propuesta?

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Práctica EXPERIMENTAL

## CURVA DE APRENDIZAJE

**OBJETIVO:** Que el alumno experimente, grafique y evalúe el grado de aprendizaje para los fines de capacitación.

### MARCO TEÓRICO

La curva de aprendizaje es la representación gráfica del progreso en la efectividad de producción con el paso del tiempo.

La teoría de la curva de aprendizaje expresa que cada vez que se duplica la cantidad de unidades producidas, el tiempo unitario decrece en un porcentaje constante.

El modelamiento de la Curva de Aprendizaje, puede servirnos para:

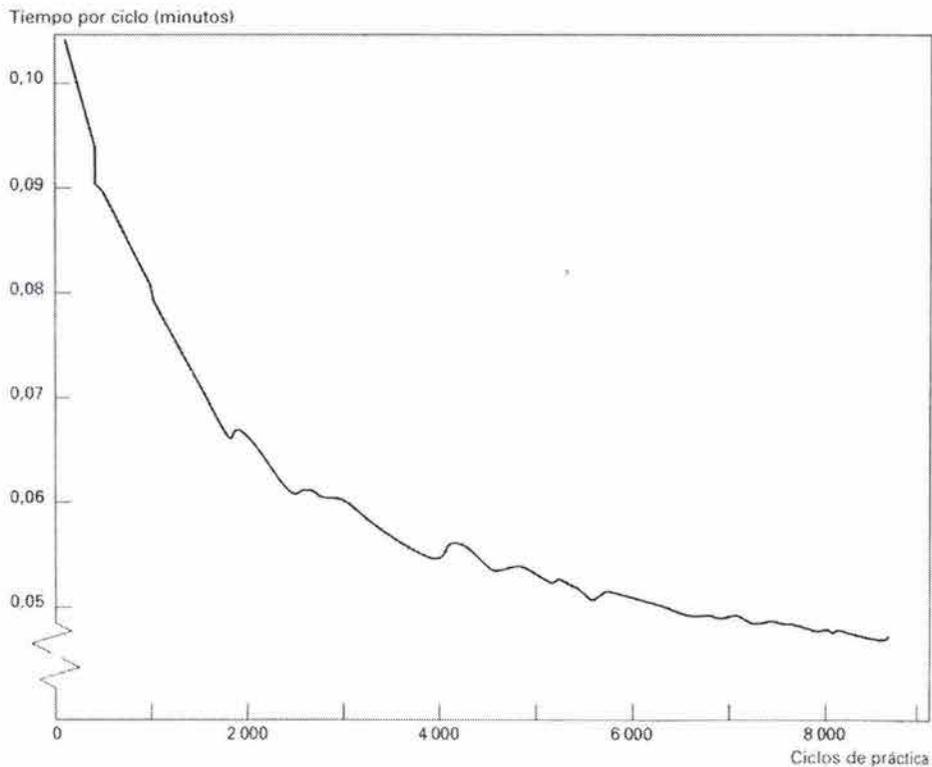
1. Estimar la tasa de aprendizaje del proceso completo.
2. Aprender acerca de los factores que influyen en el comportamiento típico de los sistemas (conducta descrita por la denominada Curva de Aprendizaje).
3. Elaborar modelos más complejos como por ejemplo, un modelo del comportamiento financiero esperado cuando se presentan éste tipo de conductas.

Al aprender una nueva serie de movimientos, el operario adquiere velocidad y reduce el tiempo necesario para realizarlos muy rápidamente al principio. El índice de mejora empieza pronto a hacerse más lento, sin embargo, y a menudo hace falta una larga práctica para alcanzar una velocidad realmente elevada y constante, aunque la adopción de métodos modernos de capacitación acelerada reducirá considerablemente el tiempo necesario.

En las primeras etapas de aprendizaje, para obtener resultados óptimos, los períodos de descanso entre los períodos de práctica deben ser más largos que los propios períodos de práctica. Esta situación se modifica, no obstante, rápidamente y cuando el operario ha empezado a captar el nuevo método y a adquirir velocidad, los períodos de descanso pueden ser mucho más breves.

Tiempo por ciclo (minutos)

Curva de aprendizaje típica



## MATERIAL

- Tablero con piezas asimétricas similares (juego de destreza)
- Cronómetro

## DESARROLLO

1. Formar equipos
2. Cada uno de los integrantes del equipo se turnará para



colocarse frente al juego de destreza, mientras los otros integrantes toman el tiempo.

3. La actividad se repetirá 10 veces seguidas, para cada uno de los integrantes del equipo.

### **ACTIVIDADES**

Se registrarán los tiempos que realizó cada uno de los integrantes del equipo.

Se sacará la diferencia del tiempo entre uno y otro evento, es decir, cual es el comportamiento del tiempo entre el primer intento y segundo, después del segundo y del tercero (que pasa con el tiempo, disminuye, aumenta o se mantiene) y así sucesivamente hasta los 10 eventos, analizar el comportamiento de cada integrante del equipo.

Realizar, las curvas de aprendizaje correspondientes para cada uno de los integrantes y comparar resultados

### **CUESTIONARIO**

1. ¿Cuál es la diferencia entre cada una de las curvas de aprendizaje?, explique.
2. ¿Cómo se pueden mejorar los resultados del punto anterior?
3. ¿Alguno de los integrantes tuvo un incremento cada vez?, ¿Por qué se dio éste?
4. ¿Alguno de los integrantes experimento una ligera declinación en el nivel de aprendizaje, que pudo ocasionarlo?

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **CONCLUSIONES**

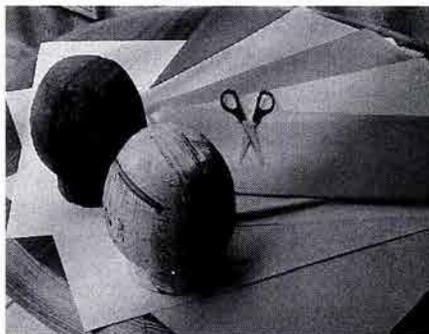
# Práctica 23 EXPERIMENTAL

## DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN

**OBJETIVO:** El alumno tomará decisiones relevantes al diseño, planeación y determinación de un sistema productivo para la fabricación de piñatas.

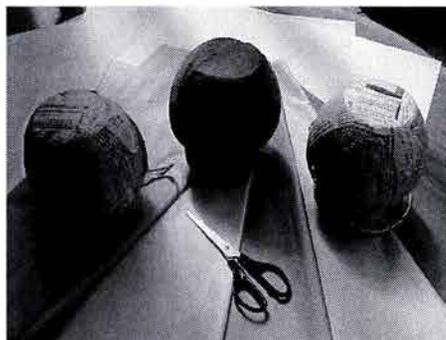
### MATERIAL:

- pliegos de papel china
- cartulina
- engrudo o pegamento
- tijeras
- ollas de barro
- periódico



### DESARROLLO:

1. Formar dos equipos A y B.
2. El equipo A simulará un método de producción de piñatas en donde cada integrante realizará una actividad, por otro lado, cada uno de los integrantes del equipo B, tomará el tiempo de cada una de las actividades que realiza el equipo A.
3. Se producirán tantas piñatas sean necesarias hasta obtener el tiempo ciclo de fabricación de una piñata.
4. Se intercambian las posiciones de ambos equipos y el equipo B realiza las mejoras del sistema de producción anterior. Los integrantes del equipo A tomarán el tiempo.
5. Los pasos anteriores se repiten hasta que ambos equipos simulen los diferentes tipos de sistemas de producción.



### **ACTIVIDADES**

Evaluar y determinar el sistema de producción más apropiado para la producción de piñatas. Justifique.

Obtener el tiempo estándar para el proceso de fabricación de piñatas.

Seleccionar el equipo de manejo de materiales más adecuado para el sistema seleccionado.

### **CUESTIONARIO**

1. ¿Cuál es el tiempo estándar para el proceso de fabricación de piñatas?
2. ¿Cuál es el sistema de producción más apropiado para la producción de piñatas, según la experiencia obtenida? Justifique
3. ¿Como se podría disminuir el tiempo de fabricación de una piñata?
4. ¿Qué consideras de mayor importancia para la selección de un sistema de producción y porqué?

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Práctica 24 CASO

## DIAGNÓSTICO INDUSTRIAL

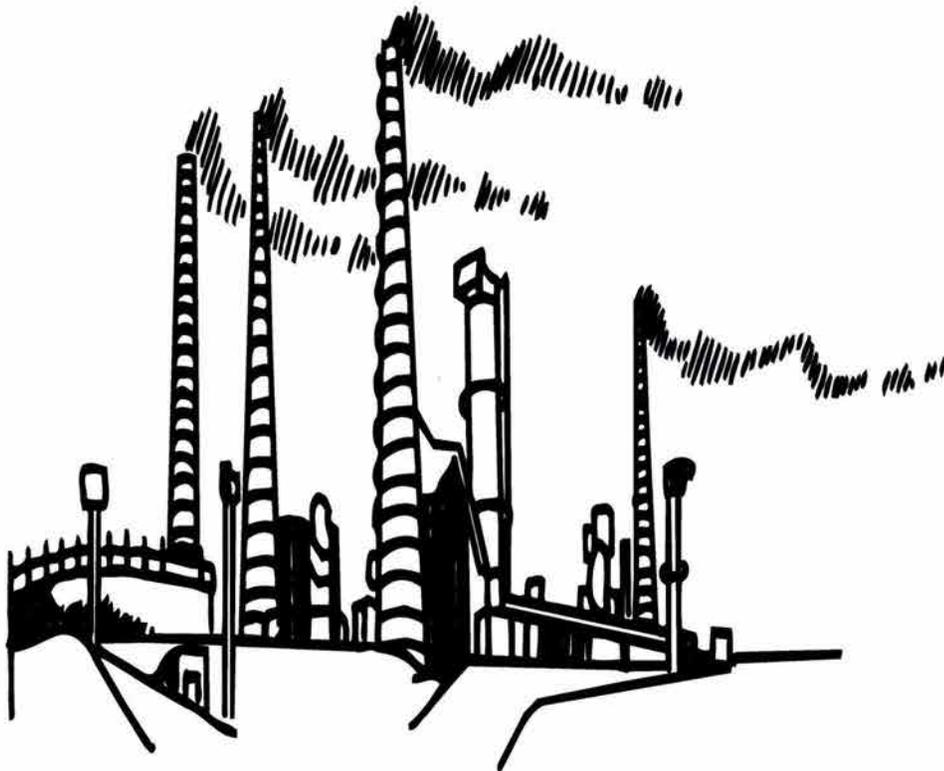
**OBJETIVO:** El alumno analizará los factores de operación, así como los factores limitantes de una empresa.

### ACTIVIDADES

A continuación se presenta un ejemplo del análisis de una galletera para saber como se va a llevar a cabo la evaluación de una empresa en estudio.

Determinar los factores limitados y limitantes

Obtener la matriz de limitaciones, eficiencia y deficiencia



**NOMBRE DE LA EMPRESA: GALLETERA UNIDA S.A.**

**EN BASE A LOS DATOS RECOPIADOS SIGUIENTES**

	a	b	c	L
<b>1.- MEDIO AMBIENTE</b>				
Desarrollo tecnológico.		X		10
Desarrollo económico.	X			
Tendencia económica.	X			
Fuerza competitiva.			X	1
<b>2.- PRODUCTOS Y PROCESOS</b>				
Fuerza competitiva.			X	1
Rentabilidad del producto.	X			
Calidad del producto.		X		7
Aceptación del producto.		X		1
<b>3.- ESTRUCTURA FINANCIERA</b>				
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			
Rentabilidad de las inversiones.			X	10
<b>4.- SUMINISTROS</b>				
Nivel de los inventarios.			X	10
Inmovilización de los inventarios			X	10
Movilidad de los inventarios.			X	10
Importancia de los suministros.		X		4
Rotación de los materiales.			X	4
Rotación de los créditos pasivos.		X		3
Plazo medio de los créditos pasivos.		X		3
<b>5.- FUERZA DE TRABAJO</b>				
Horas Hombre trabajadas.		X		7
Salario medio.		X		3
Productividad del personal.			X	5
Puntualidad y asiduidad.		X		5
Seguridad del trabajo.	X			
Proporción 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

	a	b	c	L
<b>6.- MEDIOS DE PRODUCCION.</b>				
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			
<b>7.- ACTIVIDAD PRODUCTORA.</b>				
Estabilidad de los costos.	X			
Mano de obra.		X		7
Tiempo productivo.		X		8
Costo de preparación.		X		5
Costo de ociosidad ó paro.	X			
Nivel de los almacenes.			X	10
Entrega de los suministros.	X			
Gastos de fabricación.		X		10
Grado de transformación.	X			
Grado de mecanización.	X			
Capacidad productiva.		X		7
Utilización de los materiales.			X	7
Eficiencia de la inspección.	X			
<b>8.- MERCADEO</b>				
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		9
Costo del transporte y acarreo.		X		1
Costo de la promoción.	X			
Costo de la investigación.	X			
Aceptación del producto.		X		1
<b>9.- CONTABILIDAD Y ESTADÍSTICA</b>				
Oportunidad de la información.		X		9
Costo del servicio.		X		9
Carga de trabajo.		X		9
<b>10.- DIRECCIÓN.</b>				
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			

## **CUESTIONARIO**

1. ¿Cuáles son los factores limitantes y sus porcentajes correspondientes?
2. ¿Cuáles son los factores limitados?
3. ¿Cuál es la eficiencia de la galletera?
4. ¿Cuál es la deficiencia de la galletera?

## **RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Práctica 25 CAMPO

## DIAGNÓSTICO INDUSTRIAL

**OBJETIVO:** El alumno analizará cada una de las funciones que se desempeñan en la actividad productiva y competitiva de una empresa y obtendrá los factores limitantes y limitados

### MARCO TEÓRICO

El Análisis Factorial es una técnica que consiste en resumir la información contenida en una matriz de datos con V variables.

Para realizar el análisis factorial de una empresa, se consideran los siguientes aspectos o áreas vitales para el funcionamiento de las empresas, denominados factores de operación, dichos factores se enumeran a continuación:

1. Medio ambiente. Conjunto de influencias externas que actúan sobre la operación de la empresa.
2. Productos y procesos. Selección y diseño de los bienes que se han de producir y de los métodos usados en la fabricación.
3. Financiamiento. Manejo de los aspectos monetarios.
4. Suministros. Materias primas, materiales auxiliares y servicios.
5. Fuerza de trabajo. Personal ocupado por la empresa.
6. Medios de producción. Inmuebles, equipos, maquinaria, herramientas e instalaciones de servicio.
7. Actividad productora. Transformación de los materiales en productos que pueden comercializarse.
8. Mercadeo. Orientación y manejo de la venta y de la distribución de los productos.
9. Política y dirección (Administración general). Orientación y manejo de la empresa mediante la dirección y vigilancia de sus actividades.
10. Contabilidad y estadística. Registro e información de las transacciones y operaciones.

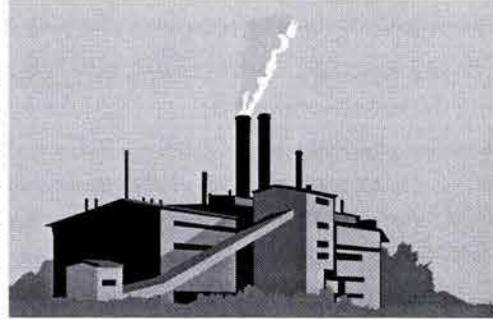
A continuación se definen los objetivos que corresponden a los diez factores de operación que se describieron anteriormente y que deben formar parte de toda empresa:

1. Medio ambiente. 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. Política y dirección. Fijar objetivos razonables y proveer de los medios necesarios para alcanzarlos.
3. Productos y procesos. Seleccionar artículos que presten servicios y rindan beneficios, y determinar los procesos adecuados de producción.
4. Financiamiento. Proveer de los recursos monetarios.
5. Medios de producción. Dotar de terrenos, edificios, maquinaria y equipo para efectuar sus operaciones eficientemente.
6. Fuerza de trabajo. Seleccionar y adiestrar personal idóneo y organizarlo.
7. Suministros. Proveer continuamente materiales y servicios.
8. Actividad productora. Organizar y efectuar las operaciones de producción.
9. Mercadeo. Tener un flujo continuo de los productos al mercado, dando beneficio tanto a la empresa como a los consumidores.
10. Contabilidad y estadística. Recopilar los datos financieros, de costos, de mercado, etc., con el fin de mantener informada a la empresa de los aspectos económicos de sus operaciones y resultados en el medio de venta.



## ACTIVIDADES

Realizar un cuestionario a la empresa en estudio en cada una de las áreas de importancia, a continuación se muestra el cuestionario que se deberá aplicar a la empresa, es imprescindible que se entreviste a la persona indicada para cada área.



## CUESTIONARIO GUÍA PARA REALIZAR UN ANÁLISIS FACTORIAL

### A) MEDIO AMBIENTE

1. ¿Qué dificultades se presentan para distribuir el producto o productos al mercado de consumo?
2. ¿Las actividades de la empresa se ven influidas por estímulos legales o restricciones legales?
3. ¿A que criterio(s) obedeció la localización de la empresa en este lugar?
4. ¿Qué importancia tiene para la empresa la distancia a sus mercados?
5. ¿Qué normas ecológicas aplican a su empresa?
6. ¿Se considera que en la empresa se trabaja dentro de un ambiente de seguridad, orden y limpieza?
7. ¿Las vías de comunicación y transporte con que cuenta la empresa son suficientes?

### B) POLÍTICA Y DIRECCIÓN

1. ¿Cuál es la misión de la empresa?
2. ¿Los objetivos están definidos con precisión y cuales son?
3. ¿Cuáles de estos objetivos está alcanzando la empresa?
4. ¿El personal ayuda a fijar metas de rendimiento para su trabajo? (calidad, servicio, etc.)

5. ¿Conoce su principal amenaza y oportunidad de la empresa?
6. ¿Cómo describiría el tipo de organización de su empresa (organigrama)?
7. ¿Se encuentran bien definidas las líneas de comunicación en la empresa?
8. ¿Cada cuando se realizan juntas por departamento?
9. ¿Se dan a conocer lo más pronto posible los resultados obtenidos a todo el personal? ¿Qué tan rápido?
10. ¿Qué tipos de incentivos se manejan para la motivación del personal?

### *C) PROCESOS Y PRODUCTOS*

1. ¿Existe una mejora continua en el proceso? ¿Cómo se hace?
2. ¿Tiene documentado de alguna forma su proceso?
3. ¿Qué porcentaje de la capacidad actual instalada es aprovechada?
4. ¿Existen cuellos de botella y si es así, en donde? (algo que limite su producción)
5. ¿Cómo se determinan las características del diseño del producto?
6. ¿El proceso se establece en función del producto o de la tecnología que tiene?
7. ¿Cuál es el tiempo de producción de su producto?
8. ¿Qué medios se emplean para disminuir los costos de fabricación?
9. ¿Con base en que se estableció la distribución de planta?

### *D) SUMINISTROS*

1. ¿Cuál es la procedencia de la materia prima?
2. ¿Se cuenta con un programa para la elección de proveedores?
3. ¿Los proveedores ofrecen descuento por pronto pago o cantidad de volumen?
4. ¿Se realiza una inspección de los materiales o llega con un certificado de calidad?

5. ¿Cómo se calcula el volumen de compra óptima de materia prima?
6. ¿Cada cuanto tiempo rota sus inventarios y que tipo de control de los mismos lleva?
7. ¿Se presentan agotamientos de materia prima con frecuencia?
8. ¿Cómo se controlan las entradas y salidas del material de los almacenes?

**E) ACTIVIDAD PRODUCTORA**

1. ¿En que se basan para determinar la calidad a producir del producto?
2. ¿Cuenta con la planeación y control de la producción?
3. ¿Se lleva un control de la producción, que tipo de sistemas o procedimientos?
4. ¿Conoce la capacidad instalada de la planta? Determinarla
5. ¿Está documentado el proceso, flujo de materiales y recorrido?
6. ¿Cómo estandarizan las estaciones de trabajo?
7. ¿Los resultados de producción son óptimos debido a la supervisión?
8. ¿Cuáles causas de desperdicios y rechazos fueron eliminados durante los últimos 6 meses?
9. ¿Hay trabajos de investigación y desarrollo encomendados a instituciones ajenas?
10. ¿Ha considerado la posibilidad de algún tipo de certificación?

**F) MERCADO**

1. ¿Existe algún departamento que estudie las capacidades y tendencias del mercado que abastece a la empresa?
2. ¿Cómo dan a conocer su producto?
3. ¿Qué tan lejos están de su principal mercado?
4. ¿Conoce a sus competidores actuales y posibles durante los próximos 3 años?
5. ¿Tiene gastos de publicidad?

6. ¿Se estudia el número de clientes que se pierden por año y los que se reemplazan?
7. ¿Cuáles son las características de los productos que hace que la clientela los compre?
8. ¿El número de sus clientes es estático o va en aumento?
9. ¿Su cantidad de producción es estática o va en aumento?
10. ¿Hubo alguna posibilidad de disminuir los precios de venta sin apremiante presión de la competencia?

### **G) FINANCIAMIENTO**

1. ¿Utiliza crédito para sus operaciones financieras?
2. ¿El área de finanzas mantiene y proporciona información actualizada y veraz sobre la situación económica de la empresa?
3. ¿Las decisiones que se toman en la empresa, se hacen con base en el departamento de finanzas?
4. ¿Cuenta la empresa con efectivo suficiente para pagar?
  - Los próximos sueldos o salarios.
  - Los adeudos inmediatos a los proveedores
  - La materia prima y los energéticos
  - Los impuestos, IMSS, INFONAVIT
5. ¿Cuáles son las condiciones de pago que se manejan con los clientes?
6. ¿Que porcentaje del capital se invierte en maquinaria y equipo? ¿Se encuentra basado en un estudio de rentabilidad?

### **H) MEDIOS DE PRODUCCIÓN**

1. ¿Se cuenta con programas de mantenimiento (preventivo, predictivo o correctivo)?
2. ¿Existen registros actualizados del equipo existente, antigüedad, depreciación, costos de reparación, etc.?
3. ¿Existe el equipo adecuado técnicamente para la producción?
4. ¿El edificio que ocupa es adecuado para su actividad? (observar)

5. ¿Con que medios de transporte se cuenta para la distribución de los productos? (interna)

**I) FUERZA DE TRABAJO**

1. ¿Qué tipos de incentivos se manejan para la motivación del personal?

2. ¿Qué sistema se emplea para la evaluación de puestos?

3. ¿Se cuenta con un programa de capacitación y adiestramiento (cada cuanto tiempo)?

4. Cuenta la empresa con:  
ventilación, temperatura, ruido, iluminación, código de colores, regaderas, extintores (observar).

5. ¿Se lleva un control de ausentismo del personal, así como las causas que lo originan?

6. ¿Existe una buena relación entre los trabajadores y la empresa?

7. ¿Se fomenta la participación de los trabajadores en algunas tomas de decisiones?

8. ¿Qué servicios le da la empresa al personal?

9. ¿Con cuántos turnos se cuenta y cuales son los horarios de los mismos?

10. ¿En que forma se describe el trabajo que debe realizar cada uno de los trabajadores (verbal, escrita u otra)?

11. ¿Qué políticas ha establecido la empresa para reclutar personal?

12. ¿Coopera usted con propuestas para mejorar el trabajo?

13. ¿Conoce el producto? ¿Para que sirve?

**J) CONTABILIDAD Y ESTADÍSTICA**

1. ¿Se elaboran estadísticas que le muestran las tendencias de las ventas y los costos?

2. ¿Se cuenta con un control estadístico de los procesos y de que tipo?

3. ¿Han tenido alguna queja con respecto a la calidad del producto o devoluciones? ¿Si no como saben que sale bien?

4. ¿Están bien definidas las características de calidad del producto?
5. ¿Qué procedimientos se llevan a cabo con los productos no conformes?
6. ¿La contabilidad se lleva interna o externamente?
7. ¿Con que frecuencia se elaboran los estados financieros?
8. ¿Se hacen oportunamente las declaraciones y pagos de impuestos?
  - > Reinversiones
  - > Carteras vencidas
  - > Políticas de cuentas por cobrar

### **CUESTIONARIO**

1. ¿Cuál es la eficiencia de la empresa?
2. ¿Cuál es la deficiencia de la empresa?
3. ¿Cuáles son los factores limitantes?
4. ¿Cuáles son los factores limitados?
5. ¿Cuál es el cuello de botella?

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Práctica EXPERIMENTAL

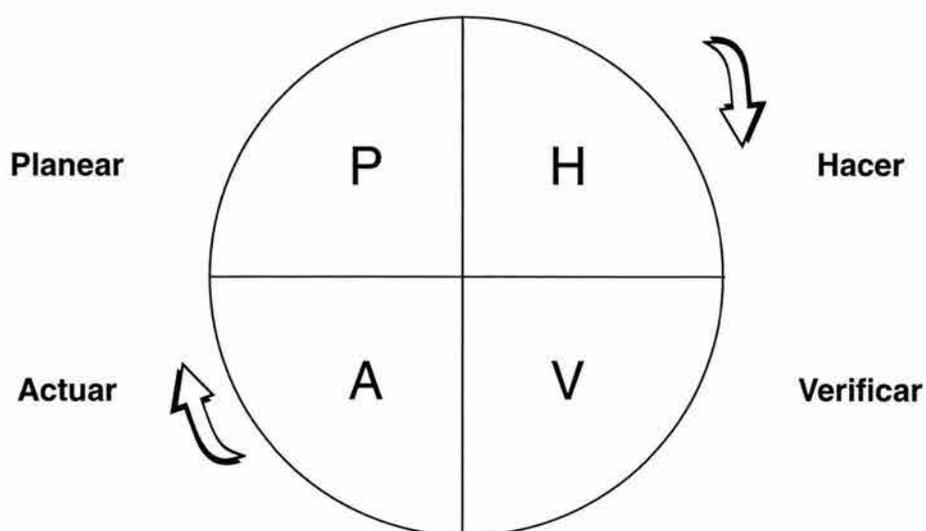
## MEJORA CONTINUA

**OBJETIVO:** Que el alumno conozca y aplique el concepto de mejora continua en la realización de un proceso.

### MARCO TEÓRICO

La mejora continua es la parte de la gestión de la organización encargada de ajustar las actividades y procesos que desarrolla la organización para proporcionarles una mayor eficacia y/o una mayor eficiencia.

#### *Fases del proceso de mejora continua*



#### *Planificar*

Esta planificación habrá consistido en determinar las actividades que se componen “actividades planificadas” y los resultados previstos “resultados planificados”.

### *Hacer*

Corresponde a la fase de realización o ejecución de los procesos. Todo lo que hay que hacer es cumplir lo especificado en la planificación.

### *Verificar*

Efectuamos ahora el seguimiento y medición de los procesos. Mediante el conocimiento del grado de cumplimiento de las “actividades planificadas” y de los “resultados planificados” esta fase es la que determina el nivel de “eficacia” del sistema.

### *Actuar*

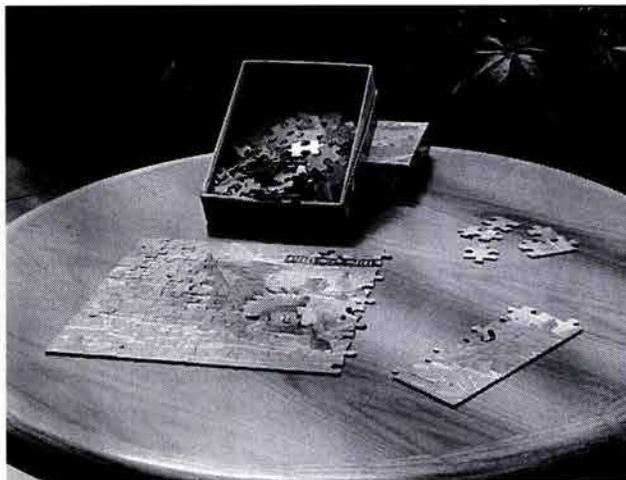
En esta fase se deciden y ejecutan las acciones de mejora (correctivas, preventivas o de otro tipo) orientadas a aumentar la “eficacia” del sistema.

## **MATERIAL Y EQUIPO:**

- rompecabezas
- cronómetro

## **DESARROLLO**

1. Deshacer el rompecabezas
2. Colocar los componentes en la mesa de trabajo, de la manera más conveniente.
3. Armar el rompecabezas.
4. Tomar el tiempo total de armado.
5. Repetir la operación 5 veces.



## **ACTIVIDADES**

Desarrollar y explicar cada una de las fases de la mejora continua en el proceso de armado del rompecabezas.

Hacer una comparación de los tiempos obtenidos en el armado. Justifique su respuesta utilizando alguna de las herramientas de la mejora continua.

Establecer un estándar del tiempo de armado del rompecabezas.

## **CUESTIONARIO**

1. ¿Por qué es importante la mejora continua dentro de una empresa?
2. ¿Qué es kaizen?
3. ¿Qué es reingeniería?
4. ¿Cómo se relacionan la motivación y la mejora continua orientada al trabajador?

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Práctica 27 CAMPO

## REINGENIERÍA DEL PROCESO

**OBJETIVO:** Rediseñar un proceso sencillo en una empresa, a partir del análisis e identificación de los elementos de un proceso así como de los conceptos y elementos de reingeniería.

### MARCO TEÓRICO

La reingeniería es la revisión fundamental y el rediseño radical de los procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez. Esta definición contiene cuatro palabras clave:

- Fundamental: ¿Por qué hacemos lo que estamos haciendo? ¿Y por qué lo hacemos en esa forma?
- Radical: Significa llegar a la raíz de las cosas, no efectuar cambios superficiales ni tratar de arreglar lo que ya está instalado
- Espectacular: La reingeniería no es cuestión de hacer mejoras marginales o incrementales sino de dar saltos gigantescos en rendimiento
- Procesos: Conjunto de actividades que recibe uno o más insumos y crea un producto de valor para el cliente.



Algunas de las características de la reingeniería de procesos son:

- Las tareas u oficios se integran y combinan en uno solo
- Los trabajadores toman decisiones sin tener que consultar a su superior

- Los pasos del proceso se ejecutan en forma natural no siguiendo la artificial impuesta por la linealidad; se trata de realizar actividades simultaneas para reducir el tiempo total del proceso.
- Los procesos tiene múltiples versiones cada una sintonizada con los requisitos de diversos mercados, situaciones o insumos.
- El trabajo se realiza en el sitio razonable, con el fin de eliminar pases laterales y costos indirectos.
- Se reducen las verificaciones y los controles y se establecen controles globales.
- La conciliación se minimiza disminuyendo el número de puntos de contacto externo del proceso y con ello se reducen las probabilidades de que se reciba información incompatible.
- Se ofrece un solo punto de contacto. Este mecanismo resulta muy útil cuando los pasos del proceso son tan complejos o están tan dispersos que es imposible integrarlos en una persona o equipo. Una sola persona atiende al cliente como si fuera responsable de todo el proceso aunque en realidad no lo es.
- Prevalecen operaciones centralizadas-descentralizadas, combinando las ventajas de ambas.



### ACTIVIDADES

Seleccionar cualquier proceso de la empresa y aplicando la metodología de reingeniería, rediseñar dicho proceso.

### CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles son algunos de los objetivos de la reingeniería?
2. ¿Qué es el valor agregado?
3. ¿Cuál es la diferencia entre kaizen y reingeniería?
4. ¿Cuáles son las desventajas actuales del proceso que seleccionaste?
5. ¿Cuáles son las ventajas del rediseño del proceso que propusiste y porqué?

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## Conclusiones

El haber concluido el manual de prácticas como una colaboración para la asignatura de Estudio del Trabajo nos ha llevado a ciertas proposiciones y vivencias, las cuales creemos que son trascendentes y cuyo señalamiento es oportuno resaltar.

El poder reproducir las condiciones exactas propias de la industria es una tarea un tanto difícil, pero el hacer una simulación que semeje la realidad y aporte una idea aproximada de la operación y funcionamiento de las mismas, reducirá esa gran diferencia que existe entre un estudiante y la realidad profesional. Este manual pretende despertar en el alumno, mediante la teoría pedagógica expuesta, la creatividad e ingenio de cierta manera que complemente su conocimiento teórico y al mismo tiempo permanezca en él y sea una herramienta más en el ámbito profesional.

La conjugación adecuada de las técnicas de Estudio del Trabajo, permite mejorar a los sistemas de trabajo existentes, aspecto enfocado con énfasis en este estudio. Para este análisis de la operación, proponemos la utilización de los diagramas, detallando sus características, requerimientos y utilización de los mismos.

Por otro lado, consideramos en varias prácticas el factor humano relacionado con su lugar y condiciones de trabajo, con el propósito de resaltar su importancia en la productividad de la empresa.

La importancia de este trabajo, además de valor que tiene por sí mismo, reside en que establece un precedente en cuanto a técnica didáctica. Sabemos que los resultados sólo podrán apreciarse a largo plazo y esto será cuando se pueda analizar la respuesta que el manual tenga en los alumnos, lo que dará pie a futuros trabajos que tengan dicho objetivo y a que se presenten mejoras en nuestro trabajo.

Como exalumnas de la carrera de Ingeniería Industrial y habiendo cursado la materia de Estudio del Trabajo creemos que este manual de prácticas podrá ser de gran utilidad para los alumnos y como ahora lo hemos podido comprobar en el ámbito laboral, la simulación de ciertos sistemas productivos ha sido una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones.

## Bibliografía

- JERRY L. "Manual de Trabajo de Reingeniería de Proceso". Edit. Panorama 2001 México.
- HOYLE DAVID Y THOMPSON JOHN. "Del aseguramiento a la gestión de calidad: el enfoque basado en procesos". Edit. AENOR( Asociación Española de Normalización y Certificación) 2002 Madrid.
- NIEBEL BENJAMÍN W. "Ingeniería industrial estudio de tiempos y movimientos". Edit. Representaciones y Servicios de Ingeniería, Segunda edición 1980 México, D.F.
- NIEBEL BENJAMÍN W. "Métodos, estándares y diseño de trabajo". Edit. Alfaomega, Décima edición 2000 México
- MONDELO PEDRO R., et al. "Ergonomía 1 Fundamentos". Edit. Alfaomega, Tercera edición 2000 México, D.F.
- CASTILLO LUNA ANTONIO. " Metodología de la Tesis". Edit. Trillas, Tercera Reimpresión 2002 México. D.F.
- "Introducción al Estudio del Trabajo". Oficina Internacional del Trabajo Ginebra. Edit. Limusa, Cuarta Edición 2000 México, D.F.
- RALPH M. BARNES. Estudio de movimientos y tiempos.
- ROMERO GÓMEZ JOSÉ. "El Método Experimental". Edit. Harla 1983 México, D.F.
- HAMMER Y CHAMPY." Reingeniería". Edit. Norma, 1993 Colombia.
- Gaceta de la Facultad de Ingeniería. Número 17.
- GARCÍA CRIOLLO ROBERTO "Estudio del Trabajo. Estudio de Métodos". Ed. McGraw Hill, 1997.

[www.monografía.com](http://www.monografía.com)  
[www.storecity.com/lmata/newpage](http://www.storecity.com/lmata/newpage)  
[www.cacei.org](http://www.cacei.org)  
[www.prisma.com.mx](http://www.prisma.com.mx)  
[www.que es el ceneval.com](http://www.que es el ceneval.com)  
[www.ciees.edu.mx](http://www.ciees.edu.mx)  
[www.gilbrethnetwork.tripod.com](http://www.gilbrethnetwork.tripod.com)