

En la Introducción a la Ingeniería Industrial, se muestra el panorama global de la carrera y una visión genérica del funcionamiento de la empresa. Por lo que ahora se requiere un acercamiento específico del cómo la empresa se organiza acorde a sus objetivos y establece las funciones en relación directa con las actividades y el personal de tal manera que siempre se oriente hacia una mayor productividad.

Lo anterior responde al hecho de que para un Ingeniero Industrial, es básico conocer la estructura organizacional de la empresa; cómo inicia sus actividades, el desarrollo de la organización, su funcionamiento y evolución; ya que es precisamente en la Organización Productiva de bienes y Servicios donde ejerce su actividad profesional optimizando recursos.

Por lo que responderemos a las siguientes preguntas a lo largo de esta investigación:

- ¿Quiénes son los padres de la Ingeniería Industrial?
- ¿Qué es Ingeniería Industrial?
- ¿Qué es un sistema de producción?
- ¿Qué se quiere decir con mejorar?
- ¿Por qué acentuar el sistema?
- ¿Es la ingeniería industrial estrictamente "industrial"?
- ¿Los ingenieros industriales están involucrados directamente con la manufactura?
- ¿Cómo considera a la Ingeniería el Ingeniero Industrial?
- ¿Cómo es la ingeniería industrial con otras disciplinas de la ingeniería?
- ¿Qué hace a la Ingeniería Industrial diferente de las otras disciplinas de la ingeniería?
- ¿Cuáles son las ciencias básicas para la ingeniería industrial?
- ¿Utilizan las mismas matemáticas todos los Ingenieros?
- ¿Por qué es la estadística importante en la ingeniería industrial?
- ¿Cuál es la influencia de la computadora en la ingeniería industrial?
- ¿Cuáles son las especialidades de la ingeniería industrial?

## DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL: FREDERICK WINSLOW TAYLOR (1856 -1915)

Ingeniero y economista Norteamericano, promotor de la organización científica del trabajo. En 1878 efectuó sus primeras observaciones sobre la industria del trabajo en la industria del acero. A ellas le siguieron, una serie de estudios analíticos sobre tiempos de ejecución y remuneración del trabajo. Sus principales puntos, fueron determinar científicamente trabajo estándar, crear una revolución mental y un trabajador funcional a través de diversos conceptos que se intuyen a partir de un trabajo suyo publicado en 1903 llamado "Shop Management". A continuación se presentan los principios contemplados en dicho trabajo:

- Estudio de Tiempos.
- Estudio de Movimientos.
- Estandarización de herramientas.
- Departamento de planificación.
- Principio de administración por excepción.
- Tarjeta de enseñanzas para los trabajadores.
- Reglas de cálculo para el corte del metal.
- El sistema de ruteo.
- Métodos de determinación de costos.
- Selección de empleados por tareas.
- Incentivos si se termina el trabajo a tiempo.

## HENRI FAYOL (1841-1925)

Ingeniero de minas nacido en Constantinopla, hizo grandes contribuciones a los diferentes niveles administrativos. Escribió "Administration industrielle et générale", el cual describe su filosofía y sus propuestas. Fayol dividió las operaciones industriales y comerciales en seis grupos:

- Técnicos
- Comerciales
- Financieros
- Administrativos
- Seguridad
- Contable

### PRINCIPIOS:

1. *Subordinación de intereses particulares: Por encima de los intereses de los empleados están los intereses de la empresa.*
2. *Unidad de Mando: En cualquier trabajo un empleado sólo deberá recibir ordenes de un superior.*
3. *Unidad de Dirección: Un solo jefe y un solo plan para todo grupo de actividades que tengan un solo objetivo. Esta es la condición esencial para lograr la unidad de acción, coordinación de esfuerzos y enfoque. La unidad de mando no puede darse sin la unidad de dirección, pero no se deriva de esta.*
4. *Centralización: Es la concentración de la autoridad en los altos rangos de la jerarquía.*
5. *Jerarquía: La cadena de jefes va desde la máxima autoridad a los niveles más inferiores y la raíz de todas las comunicaciones van a parar a la máxima autoridad.*
6. *División del trabajo: quiere decir que se debe especializar las tareas a desarrollar y al personal en su trabajo.*
7. *Autoridad y responsabilidad: Es la capacidad de dar ordenes y esperar obediencia de los demás, esto genera más responsabilidades.*
8. *Disciplina: Esto depende de factores como las ganas de trabajar, la obediencia, la dedicación un correcto comportamiento.*
9. *Remuneración personal: Se debe tener una satisfacción justa y garantizada para los empleados.*
10. *Orden: Todo debe estar debidamente puesto en su lugar y en su sitio, este orden es tanto material como humano.*
11. *Equidad: Amabilidad y justicia para lograr la lealtad del personal.*
12. *Estabilidad y duración del personal en un cargo: Hay que darle una estabilidad al personal.*
13. *Iniciativa: Tiene que ver con la capacidad de visualizar un plan a seguir y poder asegurar el éxito de este.*
14. *Espíritu de equipo: Hacer que todos trabajen dentro de la empresa con gusto y como si fueran un equipo, hace la fortaleza de un organización.*

---

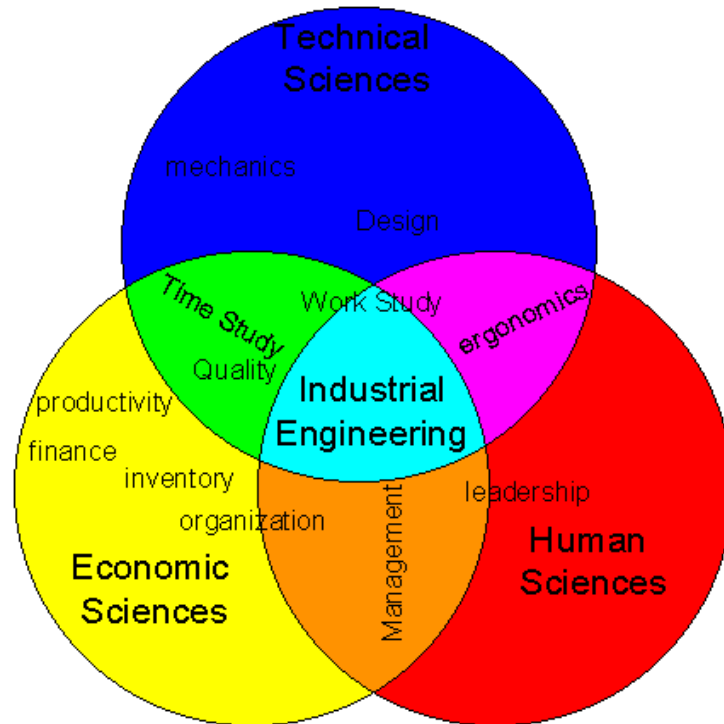
¿Qué es ingeniería industrial?

La ingeniería industrial se refiere al diseño de los sistemas de producción. El Ingeniero Industrial analiza y especifica componentes integrados de la gente, de máquinas, y de recursos para crear sistemas eficientes y eficaces que producen las mercancías y los servicios beneficiosos a la humanidad.

## WHAT IS INDUSTRIAL ENGINEERING? (INGENIERÍA INDUSTRIAL Y EL IDIOMA INGLÉS)

Definition of Industrial Engineering - The Work of an Industrial Engineer

The field of engineering is subdivided in several major disciplines like mechanical engineering, electrical engineering, civil engineering, electronical engineering, chemical engineering, metallurgical engineering, and also industrial engineering. Certainly this disciplines can also be subdivided further. Industrial Engineering integrates knowledge and skills from several fields of science: From the Technical Sciences, Economic Sciences as well as Human Science - all these can also be supported with skills in Information Sciences. The Industrial Engineer comprehends knowledge in those sciences in order to increase the productivity of processes, achieve quality products and assures Labour safety.



What Industrial Engineers do

So what do industrial engineers do to increase productivity and assure quality? An Industrial Engineer can perform several activities to fulfil its task: Processes and Procedures of manufacturing or service activities can be examined through Process Analysis

He can Use Work Study comprehending Method Study and Time Study. Method Study is the Study of How a job is performed examining and recording the activities, operators, equipment and materials involved in the process. Time Study records and rates the times of jobs being performed. The mentioned activities are also called operations Management. Furthermore can

Industrial Engineering involve inventory management to make a manufacturing process more feasible and efficient. Industrial Engineers are also involved in design activities for Products, Equipment, Plants and Workstations. Here ergonomics and motion economy play a role. Last but not least is the Industrial Engineer playing an important role in developing Quality Management Systems (as they i.e. should comply with the ISO 9000 Standards). Here they often have job titles like Quality Engineer or Quality Manager.

## PREGUNTAS CLÁSICAS DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UPIICSA - IPN

---

¿Qué es un sistema de producción?

Dondequiera que exista una empresa " de valor agregado ", hay un proceso de producción. El Ingeniero Industrial se centra en " cómo " se hace un producto o " cómo " se brinda un servicio. La meta de la ingeniería industrial es el mejorar el " cómo ".

---

¿Qué se quiere decir con mejorar?

Generalmente, los criterios para juzgar la mejora son productividad y calidad. La productividad significa conseguir más de los recursos que son expendidos, a saber siendo eficientes. La calidad juzga el valor o la eficacia de la salida.

---

¿Por qué acentuar el sistema?

la ingeniería industrial se enfoca en el diseño de los sistemas. Los procesos de producción se componen de muchas piezas que trabajan recíprocamente. La experiencia ha enseñado que los cambios a una parte no pueden ayudar a mejorar al conjunto. Así los ingenieros industriales trabajan generalmente con las herramientas que acentúan los análisis y diseños de los sistemas.

---

¿Es la ingeniería industrial estrictamente " industrial "?

Puesto que los sistemas de producción se encuentran en dondequiera que existe un intento de proporcionar un servicio, tanto como producir una parte, las metodologías de la ingeniería industrial son aplicables. En ese sentido, el adjetivo "industrial " se debe interpretar como " industrial", refiriendo al proceso de ser habil y cuidado. En muchos departamentos, la ingeniería industrial es llamada " ingeniería industrial y de sistemas " en un intento de hacer claro que el adjetivo industrial está pensado para ser genérico.

---

¿Los ingenieros industriales están involucrados directamente con la manufactura?

Todo ingeniero Industrial toma por lo menos un curso de manufactura, que se ocupa de procesos de fabricación, y otros cursos muy relacionados con la manufactura. Cada Ingeniero Industrial está por lo tanto bien informado sobre maquinaria de trabajo y procesos. Además, los cursos relacionados tratan la fabricación como un sistema. La industria manufacturera tiene y sigue siendo una preocupación de la ingeniería industrial.

---

¿Cómo considera a la Ingeniería el Ingeniero Industrial?

En general, los ingenieros tratan con el análisis y el diseño de sistemas. Los ingenieros eléctricos tratan con los sistemas eléctricos, los ingenieros industriales tratan a los sistemas mecánicos, los ingenieros químicos tratan con los sistemas químicos, y así sucesivamente. Los ingenieros industriales se enfocan a los sistemas de producción. En general, la ingeniería es la aplicación de la ciencia y de las matemáticas al desarrollo de los productos y de los servicios útiles a la humanidad. La ingeniería industrial se centra en la " manera " en que esos productos y servicios se hacen, usando los mismos acercamientos que otros ingenieros aplican en el desarrollo del producto o del servicio, y para el mismo propósito.

---

¿Cómo es la ingeniería industrial como otras disciplinas de la ingeniería?

El Ingeniero Industrial es entrenado de la misma manera básica que otros ingenieros. Toman los mismos cursos fundamentales en matemáticas, física, química, humanidades y ciencias sociales. Es así también que toma algunas de las ciencias físicas básicas de la ingeniería como termodinámica, circuitos, estática y sólidos. Toman cursos de la especialidad de la ingeniería industrial en sus años posteriores. Como otros cursos de la ingeniería, los cursos de la ingeniería industrial emplean modelos matemáticos como dispositivo central para entender sus sistemas.

---

¿Qué hace a la ingeniería industrial diferente de las otras disciplinas de la ingeniería?

Fundamentalmente, la ingeniería industrial no tiene ninguna ciencia física básica como mecánica, química, o electricidad. También porque un componente importante en cualquier sistema de producción es la gente, la ingeniería industrial tiene una porción de persona. El aspecto humano se llama ergonomía, aunque en otras partes es llamado factor humano. Una diferencia más sutil entre la ingeniería industrial de otras disciplinas de la ingeniería es la concentración en matemáticas discretas. Los Ingenieros Industriales trata con sistemas que se miden discretamente, en vez de métricas que son continuas.

---

¿Cuáles son las ciencias básicas para la ingeniería industrial?

Las ciencias fundamentales que se ocupan de la metodología son ciencias matemáticas, a saber matemáticas, estadística, e informática. La caracterización del sistema emplea así modelos y métodos matemáticos, estadísticos, y de computación, y da un aumento directo a las herramientas de la ingeniería industrial tales como optimización, procesos estocásticos, y simulación. Los cursos de la especialidad de la ingeniería industrial por lo tanto utilizan estas " ciencias básicas " y las herramientas del IE para entender los elementos tradicionales de la producción como análisis económico, plantación de la producción, diseños de recursos, manejo de materiales, procesos y sistemas de fabricación, Análisis de puestos de trabajo, y así sucesivamente.

---

Utilizan las mismas matemáticas todos los ingenieros?

Todos los ingenieros, incluyendo Ingenieros Industriales, toman matemáticas con cálculo y ecuaciones diferenciales. La ingeniería industrial es diferente ya que está basada en matemáticas de " variable discreta", mientras que el resto de la ingeniería se basa en matemáticas de " variable continua". Así los Ingenieros Industriales acentúan el uso del álgebra lineal y de las ecuaciones diferenciales, en comparación con el uso de las ecuaciones diferenciales que son de uso frecuente en otras ingenierías. Este énfasis llega a ser evidente en la optimización de los sistemas de producción en los que estamos estructurando las órdenes, la programación de tratamientos por lotes, determinando el número de unidades de material manejables, adaptando las disposiciones de la fábrica, encontrando secuencias de movimientos, etc. Los ingenieros industriales se ocupan casi exclusivamente de los sistemas de componentes discretos. Así que los Ingenieros industriales tienen una diversa cultura matemática.

---

Por qué es la estadística importante en la ingeniería industrial?

Todos los Ingenieros Industriales toman por lo menos un curso en probabilidad y un curso en estadística. Los cursos de la especialidad de ingeniería industrial incluyen control de calidad, la simulación, y procesos estocásticos. Además cursos tradicionales en planeación de producción, el modelación del riesgo económico, y planeación de facilidades para emplear modelos estadísticos para entender estos sistemas. Algunas de las otras disciplinas de la ingeniería toman algo de probabilidad y estadística, pero ninguna han integrado más estos tópicos más dentro de su estudio de sistemas.

---

Cuál es la influencia de la computadora en la ingeniería industrial?

Ningún otro aspecto de la tecnología tiene probablemente mayor impacto potencial en la ingeniería industrial que la computadora. Como el resto de los ingenieros, el Ingeniero Industrial lleva programación de computadoras. La especialidad de ingeniería industrial lleva control y simulación que amplían el papel de los principios de la informática dentro de la ingeniería industrial. Además, la mayoría de las herramientas de la ingeniería industrial son computarizadas ahora, con el reconocimiento de que el análisis y el diseño asistidos por computadora de los sistemas de producción tienen un nuevo potencial sin aprovechar. Algo especial es que la simulación por computadora implica el uso de lenguajes de programación especializados para modelar sistemas de producción y analizar su comportamiento en la computadora, antes de comenzar a experimentar con los sistemas verdaderos. Además, la informática y la ingeniería industrial comparten un interés común en estructuras matemáticas discretas.

---

Cuáles son las especialidades de la ingeniería industrial?

La ingeniería industrial, en el nivel de estudiante, se considera generalmente como composición de cuatro áreas. Primero está la investigación de operaciones, que proporciona los métodos para el análisis y el diseño general de sistemas. La investigación de operaciones incluye la optimización, análisis de decisiones, procesos estocásticos, y la simulación.

La producción incluye generalmente los aspectos tales como el análisis, planeación y control de la producción, control de calidad, diseño de recursos y otros aspectos de la manufactura de clase mundial. El tercero es procesos y sistemas de manufactura. El proceso de manufactura se ocupa directamente de la formación de materiales, cortado, modelado, planeación, etc. Los sistemas de manufactura se centran en la integración del proceso de manufactura, generalmente por medio de control por computadora y comunicaciones. Finalmente ergonomía que trata con la ecuación humana. La ergonomía física ve al ser humano como un dispositivo biomecánico mientras que la ergonomía informativa examina los aspectos cognoscitivos de seres humanos.

## INGENIERÍA INDUSTRIAL Y OTROS AUTORES EN SU HISTORIA

En 1932, el término de "Ingeniería de Métodos" fue utilizado por H.B. Maynard y sus asociados, desde ahí las técnicas de métodos, como la simplificación del trabajo tuvo un progreso acelerado. Fue en la Segunda Guerra Mundial donde se impulsó la dirección industrial con un método de rigor científico debido principalmente a la utilización de la Investigación de Operaciones. Asimismo la ingeniería industrial ha tenido un contacto con los campos de acción las producciones de bienes y servicios evolucionando desde la Ingeniería de producción metal mecánica y química hasta cubrir otros procesos productivos de otros sectores económicos.

Los conceptos de Hombre - Máquina que inicialmente fijan la acción de la Ingeniería Industrial, en la actualidad y en los años venidos se están viendo ampliadas a otros grandes conceptos como son: Hombre - Sistemas, Hombre - Tecnología; Hombre - Globalización, Hombre - Competitividad; Hombre - Gestión del Conocimiento, Hombre - Tecnología de la Información, Hombre - Biogenética Industrial, Hombre - Automatización, Hombre - Medio Ambiente, Hombre - Robótica, Hombre - Inteligencia Artificial, y muchos más interrelaciones al cual llamo, "Campos Sistemáticos de la Ingeniería Industrial - CSII" que se integrarán al vasto campo de su acción y que por el desarrollo "Creativo y Tecnológico" y su versatilidad no se fija límites para participar en cualquier Producción Terminal de cualquier Sector Económico o de Área Geográfica del País, con un grado sólido de responsabilidad hacia el bienestar de la Organización o Medio donde se actúa. Que debe orientarse a la búsqueda de IDEALS o niveles de la excelencia teniendo como Objetivos Básicos: buscar los mejores niveles óptimos de economicidad, incrementar la productividad y la calidad total como también la rentabilidad de los sistemas; Diseñar, mejorar, desarrollar sistemas integrales compuestos de hombres y conceptos SII. usando conocimientos especializados, matemáticos, físicos, de las ciencias sociales y de otras disciplinas interrelacionándolas junto

con los principios y métodos del análisis y diseño de la ingeniería para señalar, producir y evaluar los resultados que se obtendrán de dichos sistemas.

Solo el Hombre ha pasado de la explosión Atómica, a la explosión Digital y Virtual, de ahí le espera un largo camino hacia las explosiones Universales de los Sistemas, donde el "Hombre - Conectividad" ya se hace real. Y por ello el Ingeniero Industrial debe dirigir su educación, conocimiento - entrenamiento y experiencia, dentro de los "Campos Sistémicos de la Ingeniería Industrial - CSII" y de las tecnologías, debe ser capaz de determinar los factores involucrados en las Producciones Terminales, en los Valores Agregados, en los Recursos, relacionados con el Hombre y cualquier ámbito económico, seguir fortaleciendo las instituciones humanas para servir a la humanidad y las premisas y prioridades debe ser el bien común del hombre comprendiendo las leyes que rigen el funcionamiento de los Campos Sistémicos de la Ingeniería Industrial, y llevarlo a un nivel de vida, calidad y bienestar mejor. Y en los términos de Necesidad, de Creatividad, de Causalidad, Competitividad y de Casualidad se logren una dinámica de nuevas oportunidades para los futuros profesionales de esta rama.

## EL IMPACTO DE LA INGENIERÍA EN LA SOCIEDAD

Necesidades humanas que dieron origen a algunas especialidades de la ingeniería y sus principales aportes al bienestar de la humanidad.

### Ingeniería Industrial

A finales del siglo XIX, en Estados Unidos ya se impartía la licenciatura en ingeniería industrial. Por ello habrá que preguntarse ¿Qué trabajo deberían desempeñar los ingenieros industriales, que no pudieran desempeñar cualquiera de las otras especialidades de la ingeniería que ya existían? La respuesta es sencilla. Mientras los ingenieros mecánicos, eléctricos y químicos, entre otros, eran especialistas en su área, y diseñaban y operaban las máquinas y dispositivos de su especialidad, no existía personal preparado que, aparte de entender los términos de los otros especialistas, pudiera controlar administrativamente tales procesos. Control significa proporcionar todos los insumos necesarios para la producción, programarla, controlar el personal operativo, dar mantenimiento a los equipos y preocuparse por elevar la eficiencia del trabajo. En general, todas estas tareas las vino a desempeñar el ingeniero industrial, desde su creación.

De esta forma, el ingeniero industrial no es mecánico, eléctrico ni químico, sino la persona encargada del control y la optimización de los procesos productivos, tarea que normalmente no realizan las otras especialidades. Día tras día, el campo de actividad del ingeniero industrial está más definido, y por la versatilidad que debe tener en su profesión, en el sentido de poder entender el lenguaje de todas las demás especialidades, es que su formación es interdisciplinaria. Esto no representa una ventaja ni una desventaja, sino simplemente una característica de esta rama de la ingeniería y sus tareas dentro de la empresa, las que están claramente definidas respecto de las diferentes tareas que desempeñan las otras especialidades de la ingeniería.

De esta forma, todas las actividades relacionadas con una industria son ingerencia de la ingeniería industrial, con excepción de las tecnologías que se emplean en los procesos productivos; así, el ingeniero industrial puede encargarse desde la determinación de la localización óptima de la industria, la optimización de los procesos, la utilización de la maquinaria, y de la mano de obra, el diseño de la planta, la toma de decisiones para la automatización de procesos, hasta la planeación de la producción, lo cual implica controlar los inventarios tanto de materia prima como de producto terminado, también planea el mantenimiento de todos los equipos.

Nuevamente se tiene un campo de la ingeniería con una extensa aplicación, por lo que también se subdividió en una serie de especialidades como son ingeniero en procesos de manufactura, industrial administrador, industrial en administración y planeación de la producción, industrial en control de calidad, industrial en sistemas, industrial en pulpa y papel, industrial en evaluación de proyectos y otras. No hay necesidad en enfatizar que ésta es una de las especialidades de la

ingeniería que no sólo está relacionada con otras ingenierías en la misma industria, sino que está en contacto con todas las áreas de la industria distintas de la ingeniería, es decir, la ingeniería industrial guarda estrecha relación con la alta dirección, con los administradores, con las finanzas, etcétera, por lo que se puede considerar que tiene un enfoque interdisciplinario por necesidad.

## LA INGENIERÍA INDUSTRIAL Y LAS CIENCIAS BÁSICAS

### CALCULO

Conocer y aplicar el Concepto de Derivada e Integral  
Teorema fundamental del Calculo  
Aplicación del Calculo (Optimización)  
Series de Fourier  
Transformada de Laplace (Aplicaciones Industriales)

### PROBABILIDAD

Distinguir entre un modelo aleatorio y un modelo determinístico  
Calcular probabilidades de eventos  
Definir las técnicas de Conteo y su Aplicación  
Definir una variable aleatoria discreta  
Definir una variable aleatoria continua

### ESTADÍSTICA

La estadística es la ciencia que da sentido a los datos numéricos. Cuando un grupo de gerentes de una empresa tiende que decidir cómo elaborar un nuevo producto alimenticio, pueden guiarse por sus propios gustos e intuición, u obtener datos tomados de una encuesta acerca de la preferencia de los consumidores.

Estimación de Parámetros  
Pruebas de Hipótesis

## FÍSICA PARA CIENTÍFICOS E INGENIEROS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

### ONDAS MECÁNICA Y ACÚSTICAS

Analizar los fenómenos físicos relacionado con la dinámica rotacional, el equilibrio de los cuerpos, las oscilaciones, la acústica, la electroacústica  
Aplicar las formulaciones correspondientes a los problemas propuestos en el desarrollo con tópicos de aplicación reales

### Electromagnetismo

Fuentes del Campo Magnético  
Ley de Ampere  
Inductancia Magnética  
Energía magnética y Circuitos  
Propiedades Magnéticas de la materia  
Ondas electromagnéticas  
Óptica

### Química Industrial - Química

El perfil del Ingeniero Industrial señala que dentro de sus funciones está el de contribuir a la eficacia y mayor productividad de los procesos industriales, por lo que se hace necesario que



posea amplios conocimientos básicos de la Ingeniería en general, para aplicarlos a la solución de problemas de tipo industrial y social. Todo esto implica que el Ingeniero Industrial está involucrado con el elemento humano, en la organización y administración de la empresa industrial.

La presencia universal de la Química dentro de las diferentes ramas de la industria, así como el desarrollo de la vida en la sociedad moderna, hace necesario que el Ingeniero Industrial tenga conocimientos firmes de aspectos aplicativos de los fenómenos físicos y químicos y de las transformaciones de los materiales que tienen lugar en su entorno. El adquirir los conocimientos básicos sobre esta área es esencial, ya que la Química tiene por objetivo describir, explicar y predecir las transformaciones de la materia que pueden tener lugar cuando situaciones diferentes se encuentran presentes y generan cambios en la misma. La química en sí, tiene un doble interés: el científico y tecnológico.

Aplicar las leyes de los gases ideales para predecir el comportamiento de un gas o de una mezcla de gases

Leyes de los gases ideales: Boyle, Charles y Gay-Lussac

Relacionar las variables que intervienen en el cambio de fase líquida a vapor, utilizando la ecuación de Clausius Clapeyron

Identificar los diferentes tipos de equilibrio de fases

Termodinámica

Termoquímica

Equilibrio Químico

Equilibrio iónico

Electroquímica

Laboratorio de Ciencias Básicas

Calores de Reacción

Reacción en el Equilibrio Químico y Iónico

Cinética Química

FÍSICA EXPERIMENTAL

Aplicar los métodos y/o técnicas de adquisición y análisis de datos experimentales en el estudio práctico de fenómenos de naturaleza electromecánica

Efectos del Magnetismo Fenómenos de reflexión y refracción de la luz por diferentes medios

## LA INGENIERÍA INDUSTRIAL Y LA OPTIMIZACIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS

### Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo

El estudio del trabajo en sus dos ramas; el estudio de métodos y la medición del trabajo, representan el origen de la Ingeniería Industrial y actualmente facilita los primeros ejercicios profesionales de la mayoría de los egresados de la carrera de Ingeniería Industrial, además es el esquema organizador de conocimientos que permite a los alumnos acomodar los contenidos de las otras disciplinas de la Ingeniería Industrial, la Ingeniería de Métodos se enfoca al estudio de la técnica de estudio de métodos de trabajo que consiste en la aplicación más específicas para el registro y examen crítico de las formas en que se realizan los trabajos mediante el diseño, instalación y mejora de más sencillos y eficaces y reducir costos.

La Ingeniería de Métodos como parte de la Ingeniería Industrial

Historia de la Ingeniería de Métodos

Ingeniería y Administración de la Productividad

Estudio de Métodos: Selección y Registro  
Técnicas de Registro: Cursograma sinóptico y analítico  
Diagrama de Recorrido  
Diagrama Bimanual  
Diagrama Hombre - Máquina y Actividades Múltiples  
Estudio de Métodos: Diseño del Método  
Estudio de Métodos: Técnicas para la mejora de métodos  
Estudio de Métodos: Análisis de Métodos  
El Famoso “Estudio de Movimientos”  
Relaciones Hombre-Máquina  
Estudio de Métodos: Representación e instalación del Método Propuesto

#### Ingeniería de Medición del Trabajo

Métodos Generales para medir el Tiempo estándar  
Aplicaciones del Tiempo Estándar  
Estudio de tiempos con cronómetro  
Sistemas de Calificación de la actuación  
Curva de Aprendizaje  
Calificación por Velocidad y Número de Ciclos a observar  
Obtención del tiempo normal  
Muestreo del Trabajo  
Establecimiento de Estándares  
Datos estándar  
Formulas de Tiempo

Sistema de Tiempos Predeterminados  
Medida del tiempo de los métodos  
Factor de trabajo  
MTM  
MOST

- Distribución de Planta
- Manejo de Materiales
- Higiene y Seguridad Industrial
- Contaminación y Gestión Ambiental
- Planeación Estratégica

## LA INGENIERÍA INDUSTRIAL Y LA CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

Administración de Personal: En la actualidad ningún país puede considerarse independientes en materia científica, tecnológica o económica; pero hay diferentes niveles de dependencia que en los países en desarrollo, llegan a ser graves. Los ingenieros se limitan a llevar a cabo actividades que solo requieren de técnica rutinarias que restringen “el aprovechamiento de la capacidad creativa del ser humano”. Es por esto que; una de las misiones principales del Ingeniero Industrial es crear e innovar para:

Aplicar métodos y técnicas a la optimización del personal  
Buscar tecnología de Vanguardia  
Desarrollar tecnología apropiadas a nuestras necesidades

Para una u otra labor, se requieren personas con conocimiento firmes y aptitud crítica, que sean capaces de actuar con una visión amplia sensitiva en la administración y coordinación de los recursos humanos. Como actividad administrativa principal, el ingeniero se enfrenta a muchos problemas del mismo; colocación del personal, estilo de liderazgo, justicia organizacional, evaluación del desempeño, compensación y recompensa negociación colectiva y desarrollo de la organización. Estos desafíos intensificados, son los que debe estar preparado el Ingeniero Industrial para beneficio Personal, de la comunidad y del País.

Para el estudiante de ingeniería industrial, cualesquiera que sea su especialidad, esta asignatura le permitirá tener una amplia visión del comportamiento humano, pues si bien tratará con equipo y máquinas, estas serán manejadas o programadas por el personal humano. El aspecto de trato y el conocimiento de diversas obligaciones y derechos, le permitirá administrar adecuadamente el personal para un beneficio común obteniendo el mayor rendimiento en base a la capacidad del personal, incluyéndose el mismo como persona.

Concepto de Administración de Personal  
Planeación de Administración de Personal  
Entrenamiento y Principios de Aprendizaje  
Relaciones Laborales  
Administración de las Remuneraciones  
Factores que intervienen en la determinación de sueldos y salarios  
Evaluación del desempeño  
Servicios y Prestaciones

Mercadotecnia e Investigación de Mercados  
Contabilidad de Costos (costos Estándar)  
Presentación del Estados de Resultados y de Situación Financiera  
Determinación de Costo por Órdenes o Procesos  
Estado de Costos de Producción y de Ventas  
Métodos de Valuación: UPES, PEPS y Promedio por inventario  
Mano de Obra y Cargos indirectos  
Determinar el costo estándar total y unitario y analizará las diferencias entres éste y el costo real

## SISTEMA DE COSTOS PREDETERMINADOS

Los sistemas de Contabilidad de Costos estudiados con anterioridad pueden denominarse: Costos Reales, Histórico o Incurridos

Reciben el nombres de Reales, Históricos, o incurridos, debido a que registran el valor incurrido o real de las operaciones, y constituyen en sí la historia de lo acontecido en la industria dentro de la que están operando.

Todos los sistemas estudiados, cumplen su cometido como elementos de registro e información; sin embargo, adolecen de un defecto común: como elemento de control, son sistemas incompletos, ya que registran el costo incurrido, mas no lo comparan con el costo previsto, lo que impide conocer variaciones o desviaciones y, por consiguiente, adoptar las medidas correctivas conducentes.

Con objeto de subsanar esta deficiencia, se han ideado los sistemas de Costos Predeterminado, que no eliminan a los reales, sino que los complementan, muy especialmente al Sistema de Costos por Órdenes de Producción y al de Procesos, ya que, para operar un sistema

predeterminado, es menester que funcione simultáneamente cualquiera de los reales anotados, a fin de estar en posibilidad de establecer las comparaciones entre el costo incurrido y el predeterminado, logrando con ello su control.

Dentro de la clasificación de los Sistemas de Costos Predeterminado encontramos dos tipos esenciales:

Estimados  
Estándar

Tanto el sistema de Costos Estimado como el Estándar, requiere de la formulación de Presupuestos de los costos en que habrá de incurrirse.

Con objeto de hacer más claro este concepto es necesario, antes de estudiar los Costos Predeterminados, precisar aunque sea a grandes rasgos, lo que se entiende por Presupuesto.

El presupuesto es el cómputo anticipado de operaciones a realizar, con el propósito de fijar metas, servir de guía y, posteriormente, ejercer control al comparar las cifras reales con las presupuestadas.

## SISTEMAS DE COSTOS ESTÁNDAR

El sistema de Costos Estándar se basa en los mismo principios que el de Estimados, es decir: calcula el costo del artículo antes de éste se produzca, por medio de presupuestos.

Sin embargo, los presupuesto que se hacen con fines del establecimiento de un Costos Estándar, no se formulan simplemente por estimaciones del Departamento de Contabilidad por muy cuidadosas que estas sean, sino que requieren de una serie de estudios especializados que se encomiendan a profesionales y que dan por resultados presupuestos tan confiables para la persona que debe aplicarlos, que cualquier variación entre el costo real y el presupuestado, puede asegurarse que es resultado de un error, o de una desviación injustificada en le proceso productivo.

Esta seguridad que debe existir en los cálculo predeterminado de los costos estándar, es lo que establece una de las diferencias que existen entre el Estándar y el Estimado: en el Estimado, se ajusta el Estimado al Real, y en cambio, en el Estándar, el Real debe ajustarse siempre al Estándar.

Un sistema de Costos Estándar es muy difícil de aplicar en países como el nuestro, en que las condiciones inestables de la producción de muchas materias primas y el desequilibrio entre la producción y el consumo, obligan a la oscilación constante de los precios en el mercado; por ello, aunque en muchos casos se dice que está funcionando en determinada empresa el sistema de Costos Estándar, podemos asegurar que en realidad, sólo es un Estimado, que se está modificando continuamente a fin de ajustarlo a las condiciones reinante en el mercado.

### Ventajas de los costos estándar

Pueden ser un instrumento importante para la evaluación de la gestión. Cuando las normas son realistas, factibles y están debidamente administradas, pueden estimular a los individuos a trabajar de manera más efectiva.

Las variaciones de las normas conducen a la gerencia a implantar programas de reducción de costos concentrando la atención en las áreas que están fuera de control.

Son útiles a la gerencia para el desarrollo de sus planes. El mismo proceso de establecer las normas requiere una planificación cuidadosa en áreas como la estructura de la organización, asignación de responsabilidades y las políticas relacionadas con la evaluación de la actuación.

Son útiles en la toma de decisiones, particularmente si las normas de costos de los productos se segregan de acuerdo con los elementos de costos fijos y variables y si los precios de los materiales y las tasas de mano de obra se basan en las tendencias esperadas de los costos durante el año siguiente.

Pueden dar como resultado una reducción en el trabajo de oficina.

## DISEÑO DE PROCESOS DE MANUFACTURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Por: Camilo Sánchez Aguilar

La mayor parte de los procesos no sólo de manufactura, sino también de servicios, evolucionan en el tiempo de manera natural y desordenada. La idea del diseño de procesos en la manufactura de productos, es planificar los mismos, de manera que evolucionen de manera eficiente y controlada.

*Conceptos claves:* Procesos, Diseño, Curva de Aprendizaje, Modelo de Madurez de Procesos, Modelamiento, Dinámica de Sistemas, Simulación Discreta.

---

### MARCO TEORICO

Dos conceptos que se aplican al Diseño de Procesos de Manufactura son el Modelo de Madurez de Procesos y la Curva de Aprendizaje.

### CURVA DE APRENDIZAJE

La idea principal de la Curva de Aprendizaje menciona que por cada vez que se duplica la cantidad acumulada de productos elaborados, el tiempo de manufactura disminuye en una tasa denominada "tasa de aprendizaje". Así, si la tasa de aprendizaje es de 95% y el tiempo empleado para elaborar la primera unidad es de 100 minutos, el tiempo empleado para elaborar la segunda unidad es de 95 minutos ( $100 \cdot 0.95$ ) y el tiempo para elaborar la cuarta unidad es de 90.25 minutos ( $95 \cdot 0.95$ ). La Tabla 1, muestra los tiempos de procesamiento para una tasa de aprendizaje de 95%.

Tabla 1: Tiempo de procesamiento para una tasa de aprendizaje de 95%.

Producción Acumulada	Tiempo procesamiento
1	100
2	95
4	90.25
8	85.74

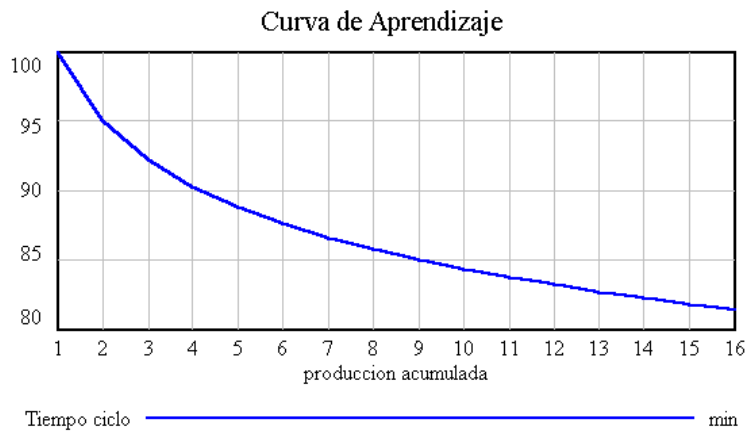
El tiempo de procesamiento de la  $n$ -ésima unidad está dado por:

$$T_n = T_1 \cdot n^{\ln k / \ln 2} \quad \dots \text{Ecuación 1}$$

Donde,  $k$  es la tasa de aprendizaje,  $T_n$  el tiempo de procesamiento para la  $n$ -ésima unidad ( $n$ ) y  $T_1$  es el tiempo de procesamiento para la primera unidad. En la Ecuación 1, vemos que una vez establecido  $T_1$ , sólo nos queda estimar la tasa de aprendizaje  $k$  a fin de conocer el tiempo de procesamiento de la  $n$ -ésima unidad. Claro está que la tasa de aprendizaje dependerá de factores como el tipo de producto, el grado de complejidad del proceso, el porcentaje de intervención humana en el proceso, etc. Así, es probable que en procesos automatizados, la "curva de aprendizaje" tenga tasas de aprendizaje muy cercanas al 100%.

En el caso de procesos donde la mano del hombre interviene en gran medida, el patrón de comportamiento del tiempo de ciclo será el de una curva exponencial semejante a la definida por la Ecuación 1.

Figura 1: Curva de Aprendizaje (k=95%)



Una forma de modelar la Curva de Aprendizaje es la que se muestra en la figura 2.

La idea de tal modelamiento combinado, es anticiparnos a decisiones que probablemente nos toque tomar en el futuro y su empleo en capacitación debería ser de gran utilidad. El conocimiento de lo que debemos de hacer frente a escenarios del tipo "y que si ..." nos otorga mayor seguridad y confianza en el momento de tomar decisiones. Sin embargo, debemos evaluar la relación esfuerzo/beneficio antes de proceder a elaborar tales modelos.

## EL PERFIL DEL INGENIERO INDUSTRIAL ANTE EL SIGLO XXI

Por Domingo González Zúñiga\*

En la actualidad la industria nacional requiere hacerle frente a la competencia mundial en la que los parámetros están fijados por el común denominador de la eliminación de desperdicios, organización más competitiva y ágil, servir mejor y dar un valor superior a los clientes.

Aplicando el concepto anterior a las empresas las estrategias observadas a nivel mundial se basan en eliminar:

- Inventarios, controlando los flujos de fabricación con el apoyo de técnicas como el Justo a Tiempo (JIT);
- Defectos, controlando la calidad con el enfoque de la calidad total (TQC);
- Obsolescencia en los conocimientos del personal, aplicando programas permanentes de mejoramiento (PIP);
- Fallas en instalaciones y equipo, con el apoyo del mantenimiento preventivo total (TPM).
- Incompetencia, falta de agilidad y alejamiento del cliente, aplicando Reingeniería de Procesos de Negocios (BPR).

Todo esto con el apoyo de una administración de excelencia, por lo que el ingeniero industrial que ocupará alguno de esos puestos requiere una fuerte formación en las técnicas mencionadas, y en:

- Planeación Estratégica;
- Organización Adaptativa;
- Dirección participativa;
- Control Prospectivo;
- Sistemas de Información Estratégica;

que son la esencia de tal administración y que se basan en:

Enfoques de sistema.- A partir de una visión de conjunto identificar ideales, misión, objetivos, estrategias, políticas, planes y actividades específicas que llevarán a la empresa al nivel de manufactura de clase mundial.

Optimización de recursos.- A partir de un enfoque adaptativo y de eliminación de desperdicios, establecer la eficacia óptima como el fundamento para asignar y utilizar los recursos buscando continuamente la satisfacción del cliente de manera inteligente.

Trabajo en equipo.- Partir del hecho de que el único enfoque que ha demostrado ser efectivo es aquel en que todos participan con su mejor esfuerzo, habilidad y conocimientos, para que todos triunfen, no solo dentro de la empresa, sino que deben incluirse a clientes y proveedores.

Futuro deseable.- Trabajar con una mentalidad positiva y envolvente que lleve a los involucrados (todos) a establecer el futuro que se desea y no a esperar un futuro probable que se vislumbra si se actúa deficientemente y de manera individualista.

Criterios de éxito.- Definir con apoyo de un sistema de información estratégico los indicadores que llevarán a la empresa al liderazgo en un ambiente de clase mundial.\*

Puesto que el mejoramiento en la industria parte de las operaciones básicas existentes en el sistema, entonces el mejoramiento se convierte en un proceso de aplicación continuo que incluye al producto, al proceso, a la dirección y a los trabajadores.

La mejora continua aplicada al producto dio pauta a la filosofía de calidad total, que se basa en el enfoque de cero defectos, y que partió de los medios fundamentales propuestos por la OIT de: investigación del producto, del mercado y de la clientela, estudio aplicado del producto, mejoramiento de métodos de dirección, estudio de métodos y análisis de valor.

Al analizar el proceso se desarrolló el enfoque de Justo a Tiempo que busca un flujo continuo y eficiente del proceso y cero inventarios y que se basó en: investigación y planeación del proceso, instalación experimental, estudio de métodos, capacitación de los trabajadores y el análisis del valor.

En este punto el análisis de la operación es un procedimiento empleado por el ingeniero de Métodos para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación vistas a su mejoramiento. La Ingeniería de Métodos tiene por objeto idear métodos para incrementar la producción por unidad de tiempo y reducir los costos unitarios. El procedimiento esencial del análisis de operaciones es tan efectivo en la planeación de nuevos centros de trabajo como el mejoramiento continuo de los existentes.

El análisis de operaciones ha ido adquiriendo cada vez más importancia a medida que se intensifica la competencia con el extranjero, y se elevan al mismo tiempo los costos de mano de obra y los materiales.

La experiencia ha demostrado que prácticamente todas las operaciones pueden mejorarse si se estudian suficientemente. Puesto que el procedimiento de análisis sistemático es igualmente efectivo en industrias grandes y pequeñas, en la producción en masa, se puede concluir seguramente que el análisis de la operación es aplicable a todas las actividades de fabricación, administración de empresas y servicios del gobierno. Si se utiliza correctamente es de esperar que origine un método mejor para realizar el trabajo simplificando los procedimientos operacionales y el manejo de materiales y haciendo más efectivo el uso de equipo\*.

Cuando se aplica la mejora continua a la dirección y a los trabajadores además de considerar los medios tradicionales, que se basan en las técnicas que dieron pauta al enfoque de manufactura de clase mundial, es necesario tomar en cuenta el proceso de cambio.

Los gerentes que quieren introducir el cambio, deberán reconocer que los cambios ocurren con lentitud, y que pasan por una serie de etapas. Alguien en la organización tiene que reconocer primero una necesidad de relación con el problema, en dónde quiere estar y cómo habrá de llegar ahí.

Debido a que en nuestros días, los éxitos de la ciencia y de la técnica permiten alcanzar un grado de bienestar material, que puede llevar también a una gradual pérdida de sensibilidad del

hombre por todo aquello que es esencialmente humano y caer en una situación en que se trabaja para las máquinas y no a la inversa, es muy importante que la formación del ingeniero incluya:

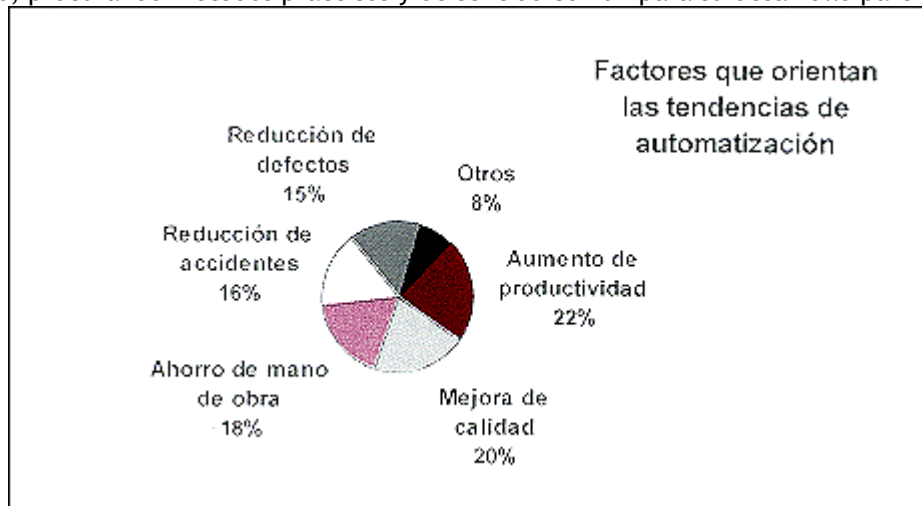
- elementos de administración
- relaciones humanas
- superación personal
- liderazgo y motivación
- responsabilidades del supervisor
- evaluación del desempeño
- grupos de trabajo
- condiciones de trabajo
- higiene y seguridad
- productividad, calidad y métodos de trabajo con un enfoque social.

Todo ejecutivo llamado a asumir responsabilidades a nivel de alta gerencia deberá conocer los conceptos, las técnicas y las herramientas del manejo estratégico de la empresa. Las que se pueden sintetizar en:

- La escena empresarial del mañana y estado de preparación;
- Uso de la tecnología disponible;
- Las necesidades estratégicas del cliente;
- El nuevo proceso estratégico;
- El impacto sobre la alta dirección;
- El desarrollo de la alta dirección;
- La planeación y control del desarrollo estratégico.

Y que deberán apoyarse en las técnicas prospectivas, entre otras de: tormenta de ideas, análisis estructural, juego de actores, matrices de impacto cruzado y escenario.

Deberán ser capaces de manejar la necesidad de cambiar las estructuras organizacionales y de trabajo, procurando métodos prácticos y de sentido común para su desarrollo participativo.



También tendrán que enfrentar el reto que plantea la supervivencia de las empresas ante los avances de métodos de producción, de la tecnología, la información, la internacionalización, y un perfil de consumidores cada día más complejo y diferente. Todo esto con creatividad, con una actitud de innovación y de integración con la comunidad mundial cada vez más cercana.

El reto de incremento de productividad plantea el apoyo de nuevas tecnologías, por lo que el ingeniero industrial requiere formación en diversas áreas, de las que se pueden identificar:



1. Diseño asistido por computador (CAD)	5. Tecnología láser
2. Manufactura apoyada por computadora (CAM)	6. Tecnología energética
3. Manufactura integrada por computador (CIM)	7. Tecnología de grupos
4. Robótica	8. Tecnología de conservación de la energía

Para mejorar la calidad requiere además conocimiento de técnicas como:

1. Control total de calidad	5. Fiabilidad
2. Gestión de la calidad	6. Certificación de la calidad
3. Estudios de mercado con enfoque de calidad	7. Procesos de mejoramiento continuo
4. Aseguramiento de la calidad	8. Mejoramiento de la confiabilidad del producto

El ahorro en la mano de obra también requiere la aplicación de algunas de las siguientes técnicas:

1. Sistemas de incentivos	5. Administración por objetivos
2. Previsión social	6. Círculos de calidad
3. Movilidad del trabajo	7. Ingeniería de métodos
4. Capacitación	8. Diseño del trabajo

Para reducir accidentes además de algunas técnicas ya mencionadas se requiere aplicar:

1. Diseño de la seguridad en el trabajo
2. Mejoramiento de condiciones de trabajo
3. Ingeniería del factor humano

Un aspecto importante a considerar en la automatización es el aspecto social ya que se genera una amenaza real al desempleo, por lo que el ingeniero industrial se debe preparar para hacerle frente a este reto. Sin embargo según una encuesta realizada en Estados Unidos de Norteamérica \*por la Robotics International de la Society of Mechanical Engineers en 1982, se estimó que serían desplazados 25,000 trabajadores durante los próximos 15 años, pero se necesitarían 50,000 empleados en la industria del robot principalmente en el diseño, programación y mantenimiento de máquinas. El reto aquí es retener a la fuerza de trabajo para que ocupe los nuevos puestos antes mencionados para el desarrollo, operación y mantenimiento del equipo altamente tecnificado. Un segundo reto es el de dirigir conscientemente los esfuerzos de los seres humanos apartándolos de tareas que puedan ser hechas por los robots y otras máquinas, y canalizarlos hacia otras funciones en las que el tiempo pueda ser invertido y recompensado en actividades que sirvan a la humanidad.

Para el caso de las empresas nacionales, en la materia de Ingeniería de Métodos de Trabajo se efectuaron de julio de 1994 a julio de 1997 una serie de diagnósticos de productividad de instalaciones, materiales y mano de obra a una muestra de empresas medianas en las que se obtuvieron los siguientes resultados:

**FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD Y TECNICAS APLICABLES**

<u>Factor</u>	<u>%</u>	<u>Técnica para eliminar inactividad</u>
<b>Tiempo de inactividad por:</b>		
1. Averías en las instalaciones	19.46	1. Mantenimiento Productivo Total (MTP)
2. Variedad excesiva de productos	16.04	2. Comercialización, especialización, Justo a Tiempo (JIT), Reingeniería (BPR)
3. Ausentismo	13.88	3. Buenas políticas de Personal, Calidad en el Trabajo, Enriquecimiento del Trabajo, Incentivos, Psicología, Mejoramiento continuo (PPD)
4. Mala planeación de materiales	7.39	4. Control de Materiales, JIT
5. Desecho y repetición de pedidos	6.30	5. Capacitación, Calidad Total (TQC)
6. Mala planeación del trabajo	3.96	6. Logística, Planeación y Control de la Producción, JIT, MRP
7. Instalaciones en mal estado	3.60	7. Mantenimiento Productivo Total (MTP), Nueva Tecnología, Reconstrucción de maquinaria
8. Accidentes	2.16	8. Seguridad e Higiene, Capacitación, Ergonomía
9. Adaptación del trabajo	1.62	9. Investigación del Proceso, Ingeniería Concurrente
10. Falta de normalización	1.44	10. Normalización, Ingeniería del Valor
11. Malas condiciones de trabajo	0.90	11. Ergonomía, Ingeniería de Métodos
subtotal	76.75	
Contenido suplementario por:		Técnica para mejorar la actividad
1. Mala disposición de la planta	6.49	1. Distribución de Planta
2. Malos métodos de trabajo	6.12	2. Ingeniería de Métodos
3. Proceso mal ejecutado	4.33	3. Ingeniería Concurrente
4. Normas de calidad erróneas	2.70	4. Estudio de Mercado, del Cliente y Producto
5. Eliminar demasiado material	1.98	5. Calidad Total
6. Herramientas inadecuadas	1.26	6. Investigación del Producto
7. Maquinaria inadecuada y otros	0.87	7. Análisis de Valla
subtotal	23.75	

Por lo que el ingeniero industrial debe estar capacitado para: analizar y mejorar diseños de productos y servicios, utilización de materiales, aplicando los enfoques de ingeniería concurrente, reingeniería, outsourcing, calidad total, logística, distribución de la planta, manejo de materiales, planeación y control de la producción, mantenimiento, estudio del trabajo, con el apoyo de técnicas de estudio del mercado de la clientela y del producto.

Debe ser capaz de establecer medidas de producción, eficiencia y productividad que orienten a las organizaciones a aumentar las ventas totales de bienes y servicios, a minimizar inventarios y costos de operación como lo propone Eliyau Goldratt, en su libro La Meta.

Debe identificar principios para entender cómo funciona la manufactura y cómo traer orden al caos que tantas veces existe en las empresas, al buscar respuesta a tres preguntas sencillas: ¿qué cambiar?, ¿a qué cambiar? Y ¿cómo causar el cambio?, para aplicarlas en mejorar nuestro mundo «para que la vida sea más fructífera y tenga sentido» como menciona Goldratt en su obra, para encontrar las respuestas, a lo largo de la historia, se han planteado técnicas que van desde las preguntas fundamentales ¿qué?, ¿cómo?, ¿cuándo?, ¿dónde?, ¿quién? y ¿por qué?, que son de uso general, hasta una gama de técnicas diversas y metodologías, como la ingeniería de métodos cuyo lema es «siempre existe un método mejor», o la estrategia Kaisen, que literalmente significa mejoramiento continuo, que involucra a todos por igual, gerentes y trabajadores, y es el apuntalamiento filosófico básico para lo mejor de la administración japonesa, que ha generado:

- una forma de pensamiento que sustenta que nuestra forma de vida, sea de trabajo, social o familiar, merece ser mejorada de forma constante y estar orientada a resultados;

- y un sistema administrativo que apoya y reconoce los esfuerzos de la gente orientada al proceso para el mejoramiento, que orientado al consumidor supone que todas las actividades deben conducir a la larga a una mayor satisfacción del cliente. La estrategia de Kaisen ha producido un enfoque de sistemas y herramientas de solución de problemas que pueden aplicarse para la realización de ese objetivo.

Y también estar actualizado en técnicas recientes como la reingeniería que junto con otras conocidas herramientas, como calidad total, justo a tiempo, mantenimiento productivo total, la reingeniería introduce la necesidad de replantear radicalmente los procesos de negocios, esta modalidad puede aplicarse cuando la empresa va mal o aun cuando va bien y quiere afianzar su posición de liderazgo.

Para aplicarla se tiene que partir de los clientes, debe analizarse si el producto es competitivo, si realmente es lo que el cliente quiere y necesita, se cuestiona la estructura completa de la empresa, es posible empezar con grupos naturales de trabajo mientras se reafirma la figura del jefe, pasar a grupos de mejora continua, después a los llamados autodirigidos y, finalmente, a los de alto rendimiento. La reingeniería permite la reducción del ciclo, el desarrollo de servicios, la atención al cliente, la mejora de calidad, el abatimiento de costos y como resultado, una mejor posición en el mercado. Su fin es la competitividad y los medios son:

- rediseñar horizontalmente los procesos fundamentales de una organización, desde el cliente hasta el último consumidor;

- volver más plana la estructura organizacional;

- dignificar las relaciones entre jefes y subordinados;

- y, sobre todo, redistribuir el poder y el manejo de la información en toda la estructura.

En síntesis una sólida comprensión de las bases de los factores humanos, técnicos y económicos para aplicar metodologías de optimización que generen:

1. optimización del trabajo humano;

2. minimización de ciclos de trabajo;

3. maximización de la calidad del producto por unidad monetaria de costo;

4. maximización del bienestar de trabajadores y empleados incluyendo:

retribución, seguridad en el trabajo, salud y comodidad;

5. maximización de beneficios para todos (clientes, empresa, trabajadores y proveedores) en un enfoque "todos ganan".

Un aspecto esencial que fortalecerá el ingeniero industrial es para vencer la renuencia natural \* de todas las personas a los cambios, por lo que:

1. nunca aceptará nada como correcto sólo porque así es ahora o así se ha hecho durante años;

2. deberá preguntar, explorar, investigar y, finalmente, después de haber considerado todos los aspectos esenciales, decidir para ese momento;

3. estará consciente que siempre existe un método mejor;

4. establecerá un ambiente de participación, comprensión y cordialidad;

5. reconocerá los conocimientos de cada quien acerca de su propio trabajo, y solicitará su ayuda para efectuar mejoras;
6. mantendrá informados a todos los involucrados en los cambios;
7. inspirará confianza en vez de recelo y suspicacia;
8. por encima de todo mantendrá una actitud entusiasta hacia el mejoramiento.

## EL THERBLIG Y LA INGENIERÍA INDUSTRIAL - EN TECNOLOGÍA Y EL FACTOR HUMANO

En 1911 Gilbreth, un ingeniero y su esposa, Lillian, psicólogo, publicaron el libro, el "estudio del movimiento" que puso énfasis en los patrones del movimiento que fueron hechos por los trabajadores de fábrica en sus tareas. De su observación un sistema de clasificación que consistía en 17 actividades básicas de la mano y del brazo se desarrolló. Los movimientos típicos, tales como "alcance" y "asimiento" fueron descritos y cifrados en las unidades que podrían ser descritas y ser medidas el tiempo exacto. Estas unidades se conocían como "therbligs" (Gilbreth deletreado al revés con el "th" unreversed) y se desarrollaron a una base universal aceptada para el análisis humano del movimiento en el lugar de trabajo. El concepto condujo al refinamiento de continuación de las descripciones del movimiento. La sincronización de la precisión con fotografía de la película proveió de descripciones del "micromotion" una precisión de milisegundos e incluso de microsegundos en casos especiales. La información fue utilizada para el diseño del sitio de trabajo, análisis de seguridad y para fijar estándares de la tarifa de trabajo durante negociaciones de la unión. Con el factor tiempo y el factor del movimiento considerados juntas, las tareas del lugar de trabajo se podían reajustar para proporcionar salida creciente, comodidad del trabajador y seguridad mejorada y, por supuesto, una rentabilidad en el fondo del beneficio. El análisis total, del micromotion y el reajuste de la tarea condujeron a eficacias más altas en el ambiente de fabricación. Sin embargo, como estándares del tiempo y del movimiento para las tareas específicas fueron fijados, llegó a ser evidente que todos los trabajadores no tenían los mismos talentos y capacidades. La atención en los años 30 fue dirigida así a poner más énfasis en la selección y el entrenamiento del trabajador.

La notación del therblig se desarrolló de la observación del movimiento humano. Fue observado que la habilidad manual se podría analizar en una serie de cerca de 16 acciones. Estas acciones fueron llamadas los "therbligs" que usaban el deletreo aproximadamente reverso del nombre de su revelador, Gilbreth. La idea primero fue divulgada en cerca de 1919 y con algunos ajustes y modificaciones mínimas ha estado parado para arriba como modelo usable al actual tiempo. Los nombres de las unidades del movimiento eran *búsqueda, encuentran, seleccionan, agarran, colocan, montan, utilizan, desmontan, examinan, transportan cargado, transporte descargado, preposición para la operación siguiente, carga del lanzamiento, espera (inevitable retrasa), wait (evitable retrasa) y resto (para superar fatiga)*. Cada uno de estas unidades fue observada y medida el tiempo mientras que ocurrieron por los "especialistas entrenados del movimiento y del tiempo" quiénes fueron entrenadas altamente, los cronómetros usados, las películas y los varios dispositivos que medían el tiempo especializados. La sincronización era generalmente en milisegundos pero bajo ciertas condiciones especializadas podría ser en microsegundos. Los varios manuales, tablas, etc. se han generado para las tareas industriales típicas. Los impactos sociales han sido enormes, incluyendo la legislación del trabajo y del resto, negociaciones de la unión, gerencia, seguridad del lugar de trabajo, el etc., el etc..... Las tablas de tiempo detallado para las tareas estándares del lugar de trabajo están disponibles en librerías y bibliotecas técnicas

## THERBLIGS: LAS LLAVES A SIMPLIFICAR EL TRABAJO

El término puede sonar como un nuevo término de la computadora o una cierta parte obscura de la anatomía humana, pero Therbligs es realmente las llaves, que abren el misterio de la manera, nosotros trabaja. En el mundo de hoy del negocio, que requiere días laborables más largos y más largos de sus empleados, Therbligs pudo apenas ser el método, que puede afeitar horas a partir de un día laborable.

Therbligs abarca un sistema para analizar los movimientos implicados en la ejecución de una tarea. La identificación de movimientos individuales, así como momentos de retrasa en el proceso, fue diseñada encontrar movimientos innecesarios o ineficaces y utilizar o eliminar partir-segundos uniformes del tiempo perdido. La carta franca y Lillian Gilbreth inventaron y refinaron este sistema, áspero entre 1908 y 1924.

Es verdad irónico que el material lo más a menudo posible solicitado de Gilbreth, estaba para un tema que nunca fue cubierto en cualesquiera de sus libros. Mientras que el concepto del Therblig fue llevado alrededor de 1908, era refinado y probado constantemente, como herramienta; una herramienta muy de gran alcance.

En sus escrituras a partir de cerca de 1915 a 1920, el Gilbreths comienza a hablar de 15 a 16 "movimiento completa un ciclo", pero raramente nombrado les todos y no refirió a cualquier sistema comprensivo. De hecho, no era hasta el verano tardío de 1924, poco después la muerte de la carta franca que el sistema entero de Therblig fue presentado en dos artículos en *la gerencia y la administración* { agosto, 1924 pp 151-154; Septiembre, 1924 pp 295-297 }. He encontrado un poco de material en la colección de Gilbreth, en Purdue y algunos refinamientos provechosos en libros por Alan Mogensen: *Sentido común aplicado al estudio de movimiento y de tiempo* y por el Dr. Ralph Barnes: *Estudio de movimiento y de tiempo* [ séptimo Ed., el año 80, Juan Wiley y hijo, NY ]. Estas fuentes se han utilizado en este artículo, para proporcionar una descripción del tema. [ nota: mientras que el estudio y Therbligs del movimiento han sido repasados y utilizados por otros autores, Mogensen y Barnes desarrollaron las mejoras más importantes en el trabajo original del Gilbreths. ]

Antes de proceder, debe ser hecho claramente que Therbligs no tenía ninguna relación al estudio del tiempo. No importa qué el sastre o su feliz venda de seguidores puede tener intimated, ni las tentativas más últimas del estudio del movimiento que ata de medir el tiempo de estudio, como Gilbreth franco puesto le: "...Taylor nunca hizo cualquier estudio del movimiento de la clase lo que." El mismo nombre, "Therblig", fue creado para demostrar la propiedad de Gilbreth del término (la palabra que es, Gilbreth deletreado al revés a excepción del "th").

Con varios métodos de estudio del movimiento (estudio de micro-Motion (película de la película) y el Chronocyclegraph) el Gilbreths podía examinar el más pequeño de movimientos. Sin embargo, para hacer el uniforme de proceso, entre los médicos, necesitaron un método de categorizar los tipos de movimientos. El método también tendría que ser un sistema que podría aplicarse fácilmente a todos los tipos de actividades pero todavía permitir la identificación de lo que vio el Gilbreths como innecesario o fatiga produciendo movimientos. El método que resulta incluido dondequiera a partir del 15 a tanto como 18 Therbligs (que fueron agregados por al Gilbreths y a los autores más últimos).

El Therbligs entonces sería trazado en una carta de Simo (carta simultánea del movimiento) junto con el tiempo que cada movimiento tomó. Las secuencias de movimientos de cada mano fueron trazadas, al igual que un pie, si está utilizado para los controles del pedal. Entonces, examinando las cartas, uno podría determinarse qué Therbligs duraba demasiado o cuál podría ser eliminado cambiando el trabajo. Podían también identificar períodos de retrasan causado sean cualquier la disposición de tool/part. [ nota: mientras que el tiempo fue medido, fue hecho para cuantificar tan solamente el grado de cada Therblig. Los valores nunca asignados del tiempo de Gilbreths a

Therbligs o a las varias tareas, como creyeron eso con un método mejorado de hacer el trabajo, la duración de ciclo más corta seguirían naturalmente. ]

## LA INGENIERÍA INDUSTRIAL Y LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

Investigación de Operaciones  
Planeación y Control de la Producción  
Ingeniería Económica  
Logística Industrial  
Evaluación de Proyectos

“La Investigación de Operaciones (IO) es la aplicación, por grupos interdisciplinarios, del método científico a problemas relacionados con el control de las organizaciones o sistemas a fin de que se produzcan soluciones que mejor sirvan a los objetivos de toda organización.”

“¿Qué es la investigación de operaciones? Una manera de tratar de responder a esta pregunta es dar una definición. Por ejemplo, la investigación de operaciones puede describirse como un enfoque científico de la toma de decisiones que requiere la operación de sistemas organizacionales. Sin embargo, esta descripción, al igual que los intentos anteriores de dar una definición, es tan general que se puede aplicar a muchos otros campos. Por lo tanto, tal vez la mejor forma de entender la naturaleza única de la investigación de operaciones sea examinar sus características sobresalientes.

Como su nombre lo dice, la investigación de operaciones significa "hacer investigación sobre las operaciones". Esto dice algo tanto del enfoque como del área de aplicación. Entonces, la Investigación de operaciones se aplica a problemas que se refieren a la conducción y coordinación de operaciones o actividades dentro de una organización. La naturaleza de la organización es esencialmente inmaterial y, de hecho, la investigación de operaciones se ha aplicado en los negocios, la industria, la milicia, el gobierno, los hospitales, etc. Así, la gama de aplicaciones es extraordinariamente amplia. El enfoque de la investigación de operaciones es el mismo del método científico. En particular, el proceso comienza por la observación cuidadosa y la formulación del problema y sigue con la construcción de un modelo científico (por lo general matemático) que intenta abstraer la esencia del problema real. En este punto se propone la hipótesis de que el modelo es una representación lo suficientemente precisa de las características esenciales de la situación como para que las conclusiones (soluciones) obtenidas sean válidas también para el problema real. Esta hipótesis se verifica y modifica mediante las pruebas adecuadas. Entonces, en cierto modo, la investigación de operaciones incluye la investigación científica creativa de las propiedades fundamentales de las operaciones. Sin embargo, existe más que esto. En particular, la investigación de operaciones se ocupa también de la administración práctica de la organización. Así, para tener éxito, deberá también proporcionar conclusiones positivas y claras que pueda usar el tomador de decisiones cuando las necesite. Una característica más de la investigación de operaciones es su amplio punto de vista. Como quedó implícito en la sección anterior, la investigación de operaciones adopta un punto de vista organizacional. Puede decirse que intenta resolver los conflictos de intereses entre los componentes de la organización de forma que el resultado sea el mejor para la organización completa. Esto no significa que el estudio de cada problema deba considerar en forma explícita todos los aspectos de la organización sino que los objetivos que se buscan deben ser consistentes con los de toda ella. Una característica adicional, que se mencionó incidentalmente, es que la investigación de operaciones intenta encontrar la mejor solución, o la solución óptima, al problema bajo consideración. En lugar de contentarse con sólo mejorar el estado de las cosas, la meta es identificar el mejor curso de acción posible. Aun cuando debe interpretarse con todo cuidado, esta "búsqueda de la optimalidad" es un aspecto muy importante dentro de la

investigación de operaciones. Todas estas características llevan de una manera casi natural a otra. Es evidente que no puede esperarse que un solo individuo sea un experto en todos los múltiples aspectos del trabajo de investigación de operaciones o de los problemas que se estudian; se requiere un grupo de individuos con diversos antecedentes y habilidades. Entonces, cuando se va a realizar un estudio de investigación de operaciones completo de un nuevo problema, por lo general es necesario organizar un equipo. Éste debe incluir individuos con antecedentes firmes en matemáticas, estadística y teoría de probabilidades, al igual que en economía, administración de empresas, computación electrónica, ingeniería, ciencias físicas y del comportamiento y, por supuesto, en las técnicas especiales de investigación de operaciones. El equipo también necesita tener la experiencia y las habilidades necesarias para permitir la consideración adecuada de todas las ramificaciones del problema a través de la organización y para ejecutar eficientemente todas las fases del estudio.

En resumen, la investigación de operaciones se ocupa de la toma de decisiones óptima y del modelado de sistemas determinísticos y probabilísticos que se origina en la vida real. Estas aplicaciones, que ocurren en el gobierno, en los negocios, en la industria, en ingeniería, en economía y en las ciencias naturales y sociales, se caracterizan, en gran parte, por la necesidad de asignar recursos escasos. En estas situaciones, se puede obtener un conocimiento profundo del problema a partir del análisis científico que proporciona la investigación de operaciones. La contribución del enfoque de investigación de operaciones proviene principalmente de:

- 1.- La estructuración de una situación de la vida real como un modelo matemático, con lo que se logra una abstracción de los elementos esenciales para que pueda buscarse una solución que concuerde con los objetivos del tomador de decisiones. Esto implica tomar en cuenta el problema dentro del contexto del sistema completo.
- 2.- El análisis de la estructura de tales soluciones y el desarrollo de procedimientos sistemáticos para obtenerlas.
- 3.-El desarrollo de una solución, incluyendo la teoría matemática, si es necesario, que lleve al valor óptimo de la medida de lo que se espera del sistema (o quizá que compare los cursos de acción alternativos evaluando esta medida para cada uno). "

El enfoque de la IO incorpora el enfoque sistemático al reconocer que las variables internas en los problemas decisoriales son interdependientes e interrelacionadas. La investigación operacional es "la aplicación de métodos, técnicas e instrumentos científicos a los problemas que envuelven las operaciones de un sistema, de modo que proporcione, a los que controlan el sistema, soluciones óptimas para el problema observado". Esta se "ocupa generalmente de operaciones de un sistema existente...", esto es, "materiales, energías, personas y máquinas ya existentes". "El objetivo de la investigación operacional es capacitar la administración para resolver problemas y tomar decisiones".

Los principales campos de aplicación de la IO son:

A. Relativa a personas:

- 1.- Organización y gerencia.
- 2.- Ausentismo y relaciones de trabajo.
- 3.- Economía.
- 4.- Decisiones individuales.
- 5.- Investigaciones de mercado.

B. Relativa a personas y máquinas:

- 1.- Eficiencia y productividad.
- 2.- Organización de flujos en fábricas.
- 3.- Métodos de control de calidad, inspección y muestreo.
- 4.- Prevención de accidentes.
- 5.- Organización de cambios tecnológicos.

C. Relativa a movimientos:

- 1.- Transporte.
- 2.- Almacenamiento, distribución y manipulación.
- 3.- Comunicaciones.

## LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES EN LA PRÁCTICA

En esta sección se presenta un breve panorama de las técnicas de la Investigación de Operaciones. Después se presentan los resultados de algunas investigaciones que muestran cuáles técnicas se han utilizado con mayor frecuencia en la práctica y qué es necesario hacer para permitir al lector utilizar con éxito la Investigación de Operaciones a lo largo de su carrera.

**Programación lineal:** es un método de solución de problemas que se ha desarrollado para situaciones que implican la maximización o la minimización de una función lineal sujeta a restricciones lineales que limitan la medida en la que se puede tender hacia la función objetivo.

**Programación lineal con números enteros:** Es un método que se utiliza para problemas que pueden ser planteados como programas lineales, con el requisito adicional de que algunas o todas las decisiones recomendadas deben asumir valores enteros.

**Modelos de redes:** Es una representación gráfica de un problema que consiste en pequeños círculos, a los que se denomina nodos, interconectados por líneas a las que se denomina arcos. Existen procedimientos de solución especializados para este tipo de problemas que permiten resolver rápidamente muchos problemas gerenciales en áreas como diseño de sistemas de transporte, diseño de sistemas de información y programación de proyectos.

**Administración de proyectos PERT/CPM:** En muchos casos los administradores asumen la responsabilidad de la planeación, la programación y el control de proyectos que constan de numerosas tareas o trabajos que son llevados a cabo por diversos departamentos, personas, etc. PERT y CPM son técnicas que ayudan a los administradores a cumplir con sus responsabilidades en la administración de proyectos.

**Modelos de inventarios:** Estos modelos se utilizan para auxiliar a administradores que enfrentan los problemas duales de mantener suficientes inventarios para satisfacer la demanda de bienes y, al mismo tiempo, de incurrir en los menores costos posibles por el mantenimiento de esos inventarios.

**Modelos de líneas de espera (teoría de colas):** Se han desarrollado los modelos de líneas de espera (colas o filas) para ayudar a los administradores a comprender y a tomar mejores decisiones con respecto a la operación de sistemas que implican líneas de espera.

**Simulación en computadora:** Esta es una técnica que se utiliza para ensayar modelos de la operación de un sistema en el tiempo. Tal técnica emplea un programa computacional para modelar la operación y realizar cálculos sobre la simulación.

**Análisis de decisiones:** El análisis de decisiones puede servir para determinar estrategias óptimas en situaciones en las que existen varias alternativas de decisión y un patrón de eventos incierto o llenos de riesgo.

**Programación de metas:** Esta es una técnica que se utiliza para resolver problemas de decisiones con criterios múltiples, por lo general dentro de una estructura de programación lineal. Proceso



analítico de jerarquización. Es una técnica de toma de decisiones con criterios múltiples que permite la inclusión de factores subjetivos para llegar a la decisión que se recomienda.

Pronósticos: Los métodos de pronóstico se pueden emplear para predecir aspectos futuros de una operación de negocios.

Modelos de procesos de Markov: Los modelos de procesos de Markov son útiles para estudiar la evolución de ciertos sistemas después de varias repeticiones. Por ejemplo, se han usado procesos de Markov para describir la probabilidad de que una máquina que está funcionando en un periodo continúe funcionando o se descomponga en otro periodo.

Programación dinámica: Esta programación es una técnica que permite descomponer un problema grande de manera que, una vez que se han resuelto los problemas más pequeños obtenidos en la descomposición, se tiene una solución óptima para el problema completo.

Métodos que se usan con mayor frecuencia

Un estudio realizado por Forgiotte acerca de ejecutivos de empresas indica la frecuencia con la que se utilizan diversas técnicas de la ciencia de la Investigación de Operaciones. Como se muestra en la Tabla siguiente, los métodos que se usan con mayor frecuencia son los métodos estadísticos, la simulación en computadora, PERT/CPM, programación lineal y teoría de colas.

Frecuencia de uso en % de respuestas

Nunca Moderada Frecuente

Estadística 1.6 38.7 59.7

Simulación en computadora 12.9 53.2 33.9

PERT/CPM 25.8 53.2 21.0

Programación lineal 25.8 59.7 14.5

Teoría de las colas 40.3 50.0 9,7

Programación no lineal 53.2 38.7 8.1

Programación dinámica 61.3 33.9 4.8

Teoría de los juegos 69.4 27.4 3,2

Estudio de Ledbetter y Cox apoya estas conclusiones al jerarquizar, en orden de uso, regresión (análisis estadístico), programación lineal, simulación, modelos de redes (PERT/CPM), filas o colas, programación dinámica y teoría de juegos. Una investigación de Thomas y DaCostaS mostraba que el 88% de todas las empresas grandes utilizan los pronósticos y que más de 50% hacen uso de métodos cuantitativos para programación de la producción, control de inventarios, presupuestos de capital y transporte. Un estudio realizado por Gaitheró sobre las aplicaciones de la ciencia de la administración en empresas manufactureras apoya también la elevada frecuencia de utilización del análisis estadístico, la simulación y la programación lineal.

El método PERT, que pertenece en principio al área de los programas dentro de la planeación, está íntimamente relacionado con todas las funciones administrativas, puesto que además de ser un programa dentro de la planeación, sirve de base a la organización como modelo para realizar un desarrollo objetivo y claro de sus etapas (seguir una secuencia lógica en la división del trabajo mediante una lista de actividades, al igual que en la descripción de las funciones, evitando la duplicidad).

Es aplicable a la dirección, en cuanto a que proporciona información valiosa, al saber cuales son las rutas críticas, para la toma de decisiones, referidas al ahorro de tiempo, de dinero, otros recursos, así como también en lo referente a la comunicación, motivación y supervisión de las actividades y del personal responsable.

El PERT es un excelente elemento dentro de la función de control, especialmente en la etapa de medición de resultados contra los estándares preestablecidos, ayuda en la corrección y/o agilización para alcanzar dichos estándares y externa información valiosa en la etapa de retroalimentación al ser compatibles con los factores que comprenden el control (Cantidad, tiempo, costo).

Dada la incuestionable vida dinámica y cambiante que estamos presenciando, con claras tendencias hacia la aceleración, fruto de la velocidad en las comunicaciones y la globalización a nivel mundial, las empresas que pretendan sobrevivir y finalmente triunfar; deben recurrir a "planear", y resolver tres grandes áreas:

- a) recursos tecnológicos;
- b) recursos financieros;
- c) recursos humanos.

El método PERT, aporta al administrador, la herramienta que le permita planear en forma objetiva, sencilla y práctica, pero a la vez eficaz, todas y cada una de las actividades a realizar para conseguir éxito en los objetivos que pretende obtener la empresa.

## CONTROL DE CALIDAD Y LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

Un sistema de calidad total es la estructura funcional de trabajo acordada en toda la compañía y en toda la planta, documentada con procedimientos integrados técnicos y administrativos efectivos, para guiar las acciones coordinadas de la fuerza laboral, las máquinas y la información de la compañía y planta de las mejores formas y más prácticas para asegurar la satisfacción del cliente con la calidad y costos económicos de calidad.

El enfoque del sistema para la calidad se inicia con el proceso básico del control total de la calidad de que la satisfacción del cliente no puede lograrse mediante la concentración en una sola área de la compañía y planta-diseño de ingeniería, análisis de confiabilidad, equipo de inspección de calidad, análisis de materiales para rechazo, educación para el operario o estudios de mantenimiento por la importancia que cada fase tiene por derecho propio. Su logro depende, a su vez, tanto en que tan bien y que tan a fondo estas acciones de calidad en las diferentes áreas del negocio trabajan individualmente, y sobre que tan bien y que tan a fondo trabajan juntas.

## APLICACIÓN DE SISTEMAS

El proceso de control de calidad tiene lugar dentro del marco de la aplicación de sistemas. El objetivo del sistema de control de calidad es generalmente la consecución de unos niveles particulares de calidad, tal como se indica en las especificaciones y tolerancias. Las características importantes de estas especificaciones incluyen la descripción exacta de producto, los límites claramente definidos de varias características, los estándares de las medidas directas (tales como las dimensiones) o medidas indirectas (tales como el contenido de humedad, deducido a partir de lecturas de la resistencia eléctrica), y la diferenciación entre características de calidad mayores o críticas y los defectos menores o menos importantes. La vía para la consecución del objetivo del sistema de control de calidad pasa a través del equipo de producción, el personal, y los servicios de procesamiento, operaciones y similares. Las especificaciones deben considerarse como el vehículo por medio del cual las necesidades y requisitos del consumidor se comunican al diseño, ingeniería, producción, ensayos de control de calidad e inspección y otras operaciones. La retroalimentación procedente del consumidor da el

ímpetu principal para mejorar el funcionamiento del sistema de control de calidad. De este modo no solo las especificaciones del producto, sino también las de la evaluación de la calidad y del proceso se engranan con las necesidades del mercado.

## INTERACCIONES ENTRE LA CALIDAD, EL COSTO Y LA PRODUCTIVIDAD

La instalación y funcionamiento de un sistema de control de calidad dentro de una organización con lleva una mejoría en los factores de costes y de productividad junto con una mejor calidad. Estos resultados están apoyados por una experiencia mundial, y pueden explicarse de manera sencilla: al tener bajo control los materiales, procesos y operaciones, habrá un mayor flujo de productos fabricados dentro de especificaciones y tolerancias. A su vez esta mayor uniformidad en el producto, supone que habrá menos desechos, reprocesos, recuperaciones y reparaciones, de manera que los costos se reducirán y se ahorraran materiales y energía. Los productos de mayor calidad, y por lo tanto de mas valor para el usuario, serán más fáciles de poner en el mercado y vender, con el resultado de una cierta disminución de los esfuerzos de venta requeridos por unidad vendida.

Por ultimo, al evitarse los ajustes inadecuados de las maquinas y las condiciones defectuosas de operación, se aumentara no solo la calidad sino también la productividad. Además de estas ventajas todavía hay unos beneficios más sutiles y de más largo alcance con las operaciones de calidad controlada. Eleve la calidad, y al mismo tiempo disminuirá los costes y estimulara la productividad. En efecto, el esfuerzo en control necesario para obtener una buena calidad redundante en la fabricación y en otras áreas de operaciones, con resultados beneficiosos paralelos.

## IMPLICACIONES DE LOS SISTEMAS

Se ha hecho hincapié en los aspectos de ingeniería de los sistemas de control de calidad ya que si no se presta atención a todos los elementos del enfoque, resultara un programa global ineficaz. Dentro de este contexto, tienen especial importancia las siguientes consideraciones:

1. Un sistema completo de control de calidad debe incluir todas las funciones de la fabrica, incluyendo las de dirección, producción e ingeniería, así como las de control de calidad.
2. Tanto si es grande como si es pequeña, la organización debe garantizar un ambiente en el cual todas las funciones mencionadas se realicen por personas que trabajan juntas en equipo.
3. El control de la calidad no es solo inspección. Ni tampoco la aplicación de procedimientos de muestreo, tal como han sido incorporados a algunos planes de muestreo publicados. De nuevo la clase esta en el sistema como un todo. La inspección en un 100% o con arreglo aun plan de muestreo preestablecido, hace que las mediciones de la calidad sean el eslabón en el sistema de ingeniería que conduce a la calidad controlada.
4. La mayor parte de los esfuerzos necesarios para conseguir un programa de control de calidad acertado brota de las funciones concernientes a la dirección general, ingeniería y producción, todas las cuales no son, generalmente, parte de la organización, de la inspección y del control de calidad. Una gran parte de los esfuerzos incluyen el análisis de diversos cursos de acción alternativos que llevan a una mejora de la calidad del producto y del comportamiento del proceso allá donde sea necesario.
5. Lo que conduce ala detección y aislamiento de aquellos lugares en los que son necesarios los esfuerzos correctores por parte de la dirección general, ingeniería y producción es el cuidado y la eficacia de las funciones del control de calidad y de la inspección.
6. Como resultado de las actividades 4 y 5 aquí mencionamos deben destacarse entre ciertos tipos de cambios:
7. (1) Los cambios en el diseño de producto y proceso, (2) el reconocimiento de que los operarios necesita información adicional o mejor, (3) buscar asistencia técnica especializada en ciertos tipos persistentes de problemas de la calidad y (4) estar alerta a la necesidad de revisiones de los programas y sistemas en cualquier parte.

La calidad se mide en términos de la capacidad del producto para cumplir especificaciones razonables y pertinentes.

## REFERENCIAS DE LIBROS

ELWOOD, S. Buffa, **“Administración y dirección técnica de la Producción”**, Cuarta Edición, Editorial: Limusa, México, D.F., 1982, P.p. 672

Emery J., **Sistemas de Información Para la Dirección**, el Recurso Estratégico Crítico, Ed. Díaz de Santos, Madrid, 1990.

GONZÁLEZ, Ruiz Lucinda, ESPRIU, Torres José, **“Instructivo Teórico-Práctico de Análisis Sistemático de la Producción II”** México D.F., enero 2001, P.p. 60

KRICK, Edward V. **“Ingeniería de Métodos”** Editorial: Limusa, México D.F. 1961

MAYNARD, Harold B. **“Manual de Ingeniería y Organización Industrial”** Tercera Edición, Editorial: Reverté, S.A., España, 1987

Monks J., **Administración de Operaciones**, Ed. Mc GrawHill, México, 1989.

NIEBEL Benjamín, FREIVALDS Andris, **“Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo”** Décima edición, Editorial: Alfa omega Grupo Editor, S.A. de C.V, México D.F, 2001.

OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, **“Introducción al Estudio del Trabajo”**, Cuarta Edición, Editorial: Limusa, México D.F. 2001

R. M. Curie, **“Análisis y medición del trabajo”**, Editorial: Diana, México D.F. 1972, P: 152 - 154, 163 - 164.

---

Aportado por: Ing. Iván Escalona  
Ingeniería Industrial  
UPIICSA – IPN

e-mail: [ivan\\_escalona@yahoo.com.mx](mailto:ivan_escalona@yahoo.com.mx)  
[resnick\\_halliday@yahoo.com.mx](mailto:resnick_halliday@yahoo.com.mx)

Estudios de Preparatoria: Centro Escolar Atoyac (Incorporado a la U.N.A.M.)  
Estudios Universitarios: Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias sociales y Administrativas (UPIICSA) del Instituto Politécnico Nacional (I.P.N.)  
Ciudad de Origen: México, Distrito Federal

---