



12
Zij

Universidad Nacional Autónoma de México

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGON**

**"DESARROLLO DEL DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA INDUSTRIAL DENTRO DE
UNA EMPRESA MANUFACTURERA
DE BOMBAS CENTRIFUGAS"**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

P R E S E N T A

LUIS V. ORTIZ REGUER

MEXICO, D. F.

1987.



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 está 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.

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I	
LA INGENIERIA INDUSTRIAL	6
1.1 Historia, Definición y Campo	7
1.2 Influencia en las Empresas	21
CAPITULO II	
LA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE BOMBAS CENTRIFUGAS	29
2.1 Su Desarrollo en México	30
2.2 Selección de la Muestra	37
CAPITULO III	
CRITERIOS PARA LA INTEGRACION DE UN DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL	63
CAPITULO IV	
TECNICAS APROPIADAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MUESTRA	83
CAPITULO V	
EVALUACION DEL MODELO PROPUESTO EN BASE A LA PRODUCTIVIDAD	118
CAPITULO VI	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL MODELO PROPUESTO	128
BIBLIOGRAFIA	137

I N T R O D U C C I O N

I N T R O D U C C I O N

Es fin común de las empresas el incrementar su nivel de productividad, la cual, se define como la relación entre producción e insumo. Para el logro de este fin común, las empresas deben valerse de técnicas industriales y comerciales que garanticen la obtención de mejores rendimientos. La Ingeniería Industrial posee -- cierto número de técnicas, las cuales colaboran junto con las políticas giradas por economistas e inversionistas a lograr un incremento al nivel de productividad.

Las empresas o sistemas de organización se representan en forma intuitiva y con objetividad en los llamados organigramas, conocidos también como Cartas o Gráficas de Organización. En el organigrama general de una empresa, se ubican los puestos de: Consejo de Administración, Dirección General, Gerencias de Producción o -- Manufactura, Comercial, Recursos Humanos y Finanzas. Esta generalización se puede observar en los Libros y Cursos de Administración de Empresas y Organización Industrial. Todavía en ellos, no se nombran, ni describen los departamentos de Ingeniería Industrial o departamento de Planeación y Control de la Producción, ya que de alguna forma han quedado omitidos o bien convertidos en subdepartamentos del área de Producción.

Por otra parte, existe cierta creencia de que los departamentos de Ingeniería Industrial son aplicables a empresas cuyo tipo de operación es continua y no lo es tanto para industrias con tipo --

de operación intermitente. Esta idea es errónea y debe ser combatida, puesto que, si aceptamos, que un departamento de ingeniería industrial propende al incremento de la productividad y esto es - un fin común en las empresas; luego entonces, es necesario no sólo en algún tipo de empresa en particular, en virtud de que las técnicas de que se dispone en la ingeniería industrial son aplicables a todo género de industrias.

Dentro de la Industria Manufacturera, se encuentra la industria - manufacturera de bombas; una subdivisión de ésta es la de Bombas Centrifugas. La industria manufacturera de bombas centrifugas, - la cual ocupa el 65% del total de la industria mundial del bombeo; no es una excepción a los puntos planteados anteriormente.

Cuando se habla en México de la Industria Manufacturera de Bombas Centrifugas puede dividirse fácilmente en dos grandes ramas, una es la industria de bombas centrifugas para uso casero, y la otra es la dedicada a la manufactura de bombas centrifugas de uso industrial.

En esta división se omiten todo género de bombas centrifugas utilizadas en automóviles, máquinas herramientas, máquinas lavadoras, refrigeradores, etcétera; ya que su fabricación y su uso son tan especializados que sería una larga lista la subdivisión de estas líneas.

La industria dedicada a la manufactura de bombas centrífugas de uso casero es muy diversa; en el mercado existe una gran gama de marcas, capacidades y usos.

Las empresas que manufacturan este tipo de bombas centrífugas son empresas pequeñas, medianas, familiares e incluso talleres que sin ocupar grandes niveles de inversión o personal obtienen un producto terminado.

En cuanto a las empresas que se dedican a la manufactura de bombas centrífugas de uso industrial en México se cuenta con una docena - de ellas.

Es motivo del presente estudio el conocer las razones que hacen -- que estas empresas no tengan en su mayoría departamentos de Ingeniería Industrial, de Planeación y Control de la Producción o de Métodos como un departamento específico y preponderante dentro de su organigrama general.

Es lógico suponer que cuando se realizan proyectos grandes en donde se fabriquen bombas de gran capacidad, la manufactura clasifi-- que a la empresa en Operación Intermitente.

Puede ser esto un índice claro de que estas industrias no requie-- ren un departamento de Ingeniería Industrial, o bien, un índice, - que nos incline a pensar que no existe la suficiente convicción de que el departamento proporcione ventajas a la empresa.

En este estudio se analizarán estas dos posiciones desde el particular punto de vista de las empresas manufactureras de bombas centrifugas de gran capacidad de México.

C A P I T U L O I
LA INGENIERIA INDUSTRIAL

C A P I T U L O I

LA INGENIERIA INDUSTRIAL

1.1 Historia, Definición y Campo.

El trabajo es uno de los elementos notables de la vida humana. Los métodos y organizaciones para el trabajo, según aparecen hoy, son el resultado de un gran proceso evolutivo. Se pueden abreviar como principales métodos y organizaciones para la producción los siguientes:

- 1.- El sistema doméstico.- La producción en el hogar o en sus alrededores inmediatos.
- 2.- La artesanía.- Diestra producción manual o con herramientas manejadas manualmente.
- 3.- El trabajo de conjunto.- Hombres que trabajan juntos - mediante una dirección centralizada.
- 4.- La fábrica.- Establecimiento fabril en donde los individuos trabajan juntos bajo un sólo techo para la producción.
- 5.- La producción mecanizada.- Uso de máquinas para ejecutar el trabajo humano.

La evolución industrial fué sumamente gradual hasta el principio del período caracterizado por el rápido desarrollo de las máquinas y las fábricas -el período conocido como La Revolución Industrial-. El Renacimiento (Siglos del XIV al - XVII) fué antecesor de la Revolución Industrial y se caracterizó por cambios radicales en el pensamiento del pasado. Los pensadores Renacentistas se atrevieron a volver a examinar - los porqués y las causas del universo y la vida. En este período hombres como Roger Bacon, Copérnico, Francis Bacon, -- Kepler, Leonardo da Vinci, Galileo, Descartes y Newton combinaban la filosofía con la ciencia experimental.

Para principios del Siglo XVIII, la curiosidad intelectual y el empeño del conocimiento se hicieron populares y dieron -- origen al período llamado "La Era de la Ilustración". En esta época son notables los cambios Industriales, Políticos y Sociales.

El desarrollo de nuevos inventos marcan la era de las máquinas y es a fines del Siglo XVIII y principios del Siglo XIX cuando nacieron inventos tan notables como:

La máquina de vapor - Watt, 1769

La hiladora de algodón - Hargreaves, 1764-1767

El telar movido por agua - Arkwright, 1771

El telar para hilar algodón - Crompton, 1774-1779

El telar mecánico - Cartwright, 1785

La despepitadora de algodón - Whitney, 1793

Los resultados más importantes de la Revolución Industrial (1789-94) no fueron inmediatos, sino evolutivos, culminando en nuestro sistema industrial moderno, el índice de desarrollos tecnológicos ha crecido tan rápidamente que el progreso del Siglo XX excede a toda la historia anterior.

Algunos economistas definen a este período como una anticipación del industrialismo moderno y fijan entre fines del Siglo XIX y principios del XX una "Segunda Revolución Industrial", caracterizada por la utilización de la energía eléctrica y el perfeccionamiento de la mecanización.

Entre los Siglos XIX y XX cuando Los Estados Unidos de Norteamérica comienza su consolidación como potencia mundial, hombres como:

Federick W. Taylor (1856-1915)

Henry L. Gantt (1861-1919)

Frank Bunker Gilbreth (1868-1924)

Lillian Moller Gilbreth (1878-1974)

Henry Fayol (1841-1925)

y otros muchos grandes científicos se dedican a investigar y experimentar sobre una nueva ciencia llamada "Ciencia Administrativa".

Taylor investigó y experimentó en las dos últimas décadas del Siglo XIX y posteriormente se dedicó al desarrollo de los --

principios y la promoción de la ciencia administrativa ayudado por prominentes contemporáneos. La mayoría de los historiadores le consideran el padre de la Administración Científica.

Uno de los experimentos más notables de Taylor se encontró en el sencillo trabajo de cargar lingotes de hierro del paitio en donde se apilaban a los carros de carga. Su principal "conejillo de indias" fue un jornalero llamado Schmidt. Las principales variables en la larga y acuciosa serie de pruebas fueron el método de manejar la carga, el ritmo de trabajo, los períodos de descanso y un sustancial incentivo para el salario.

Los resultados explican por sí mismos los logros obtenidos:

	Antes de la prueba	Después de la prueba
Producción por día hombre	12.5 ton.	47.5 ton.
Salario por día hombre	\$ 1.15	\$ 1.85
Costo mano de obra por tonelada	9.2 ¢	3.9 ¢

Respecto a la fatiga durante la jornada normal de trabajo de 10 horas, Taylor encontró que un trabajador que manejaba lingotes de 92 lb. debería estar bajo carga sólo el 45% del período de trabajo.

Schmidt no estaba sobretrabajado pues continuaba caminando hasta su hogar al final de la jornada y éste se encontraba a

dos millas del centro de trabajo. Pronto otros trabajadores solicitaron tareas bajo el nuevo sistema de Taylor.

Otro experimento similar se realizó en el trabajo con palas. En este experimento se encontró que la variable principal era la carga óptima de 21 lb. Debido a esto se especificaron diferentes medidas de palas para materiales de distintas densidades. De éstas y de experiencias similares se llegó a importantes conclusiones. Demostraron la importancia de los periodos de descanso regulados y relacionados con la energía humana gastada. Métodos de trabajo estándar, tareas estándar y cuotas de producción. Incentivos adecuados para el salario, selección adecuada y capacitación de trabajadores para cada tipo de trabajo. Los incentivos de salarios según Taylor deberían basarse al nivel de producción y que la tasa de trabajo debería capacitar a un trabajador superior a exceder en un 30 ó 100% sus anteriores percepciones.

Los experimentos como los practicados por Taylor fueron los que marcaron la pauta en la moderna ciencia del análisis de operaciones, que incluye el estudio de tiempos y movimientos. También llegó a cuatro principios fundamentales que todavía hoy permanecen siendo importantes. Con relación a los gerentes y a sus obligaciones, los resumió como sigue:

- 1ª Se debe desarrollar una ciencia para cada uno de los elementos del trabajo de un hombre, que reemplace al método empírico.
- 2ª Se debe seleccionar, entrenar, enseñar y desarrollar -- científicamente al trabajador.
- 3ª Se debe cooperar en forma entusiasta para que todo el -- trabajo se haga de acuerdo con los principios de la ciencia que se ha desarrollado.
- 4ª Debe existir una división de trabajo casi igual, así como de reponsabilidad entre la gerencia y los trabajadores. La gerencia se debe de encargar de todo el trabajo para el cual está mejor preparada que los trabajadores.

Uno de los asociados más importantes de Taylor fué Henry L. Gantt. Gantt estuvo de acuerdo con muchos de los conceptos de Taylor, pero no se apegó estrechamente a la insistencia de éste último, acerca del hombre "superior" para cada puesto. Quizá comprendió los problemas humanos implicados, e hizo cierto número de aportaciones originales a la técnica administrativa. Dos de las contribuciones de Gantt que más se recuerdan fueron la gráfica de Gantt y su sistema de pago de salarios de pago y bono.

La gráfica de Gantt es uno de los más convenientes instrumentos

tos para indicar los programas de trabajo o cuotas con relación al tiempo. Los resultados obtenidos pueden expresarse gráficamente para su comparación con los programas. La idea de Gantt se emplea en la actualidad en su forma original o en dispositivos tales como los tableros de control.

El sistema de pago y bono de Gantt al igual que la tasa diferencial de destajo de Taylor paga un bono sustancial a los trabajadores que cumplen con su tarea estándar. Y de ahí en adelante paga en proporción a la producción.

A diferencia de Taylor, Gantt garantizaba un pago mínimo por hora para dar ánimo a los principiantes y a quienes trabajaban por abajo de lo normal, así para compensar a cualquier trabajador por fallas fuera de su control en la producción.

Frank Bunker Gilbreth es la figura más prominente en la historia del análisis de la operación o estudio de tiempos. Eficazmente ayudado por su esposa (Lillian Moller Gilbreth), desarrolló los métodos y principios que son los fundamentos de la práctica moderna en este campo.

El primer experimento clásico de Frank Gilbreth fue en la colocación de ladrillos, un oficio especializado. En la forma en que se ejecutaba originalmente, representaba un trabajo en el que se desperdiciaba habilidad y esfuerzo. Gilbreth pudo aumentar la producción de hombre-hora de 120 a 360 la-

drillos. Lo logró eliminando movimientos innecesarios, mediante la plena utilización de ambas manos, por un sencillo aparato nuevo, y por la introducción de ayudantes a bajo costo. Se ideó un andamio especial de altura fácilmente ajustable, de manera que el trabajador pudiera encontrarse siempre en un nivel adecuado. El ayudante no especializado, trabajando abajo del andamio, elegía la mejor cara de los ladrillos para que éstos quedaran hacia afuera, y los apilaba en tarimas estándar que eran elevadas hacia los albañiles.

La hazaña de la colocación de ladrillos fue la primera de una larga serie de experimentos. Posteriormente, Gilbreth adoptó una herramienta para investigación que no había estado disponible para Taylor: Las películas en movimiento. La cámara cinematográfica descubre detalles de movimientos que son demasiado rápidos para el ojo humano, y produce un registro permanente que puede ser estudiado en movimiento lento o cuadro por cuadro. Como resultado de los extensos estudios de movimientos en muchos tipos de trabajos, los Gilbreth idearon dos nuevos dispositivos sumamente importantes para el análisis de las operaciones. Estos dispositivos son:

- 1.- Elementos básicos comunes a todo el trabajo humano.
- 2.- Los principios del movimiento eficiente.

Los elementos básicos del movimiento, según fueron determina

dos por los Gilbreth, fueron nombrados therbligs (Gilbreth - escrito al revés, con la "th" traspuesta). Originalmente hubo diecisiete therbligs. Ejemplos de ellos son: buscar, seleccionar, asir, transportar, vaciar, transportar cargando, planear e inspeccionar. Aunque posteriores ingenieros industriales han cambiado o combinado varios de los therbligs originales, el análisis de los therbligs y sus combinaciones -- son la base para los estudios de movimientos detallados y refinados de la actualidad.

Las leyes para el movimiento eficiente de los Gilbreth comprendían principios científicos que servían como guías al -- analista para determinar "el mejor método" de manejar cualquier trabajo manual. Como se desarrollaron, había dieciseis de tales leyes. Por ejemplo; una de ellas dice: "Los movimientos de los brazos deben ser en direcciones opuestas y si métricas, en vez de en la misma dirección, y hechos simultáneamente".

Estas leyes del movimiento eficiente también han sido corregidas y complementadas desde aquella época.

Aunque la iniciación en la administración científica fue en su mayor parte obra de norteamericanos, un contemporáneo industrial francés merece una mención especial. Henry Fayol - estuvo activo durante muchos años en la dirección y administración de negocios, con especialidad en las industrias de -

Ingeniería y metalúrgicas. Sus exploraciones fueron paralelas al esfuerzo norteamericano en general, pero siguió líneas completamente independientes. El principal interés de Fayol estaba en los aspectos más generales y en los niveles superiores de la administración. Entre las contribuciones importantes de Fayol hubo ideas relacionadas con:

- 1.- Énfasis sobre la delegación de autoridad para ahorrar - el tiempo del ejecutivo.
- 2.- Rapidez de las comunicaciones entre ramas de la organización para acelerar la acción y para aliviar a los ejecutivos superiores de ese peso.
- 3.- Incentivos no financieros para mejorar la moral y el espíritu de cooperación.
- 4.- Principios de la división del trabajo, incluyendo sus - limitaciones.
- 5.- Recomendaciones para la educación técnica, con énfasis en la capacitación para puestos administrativos.

Como ya ha sido mencionado anteriormente, existieron muchos hombres que antes y después de los estudios de Taylor consolidaron lo que es la actual ciencia de la Administración. - Entre otros cabe mencionar los siguientes:

- Robert Owen (1771-1858) escocés
- Charles Babbage (1792-1871) británico
- Capitán Henry Matcalfe (1847-1917) estadounidense
- Henry Robinson Towne (1844-1924) estadounidense
- Russell Robb (1864-1927) estadounidense
- Harrington Emerson (1853-1931) estadounidense
- Alexander Hamilton Church (1866-1936) británico
- Leon Pratt Alford (1877-1942) estadounidense
- Oliver Sheldon (1894-1951) británico
- Mary Parker Follett (1868-1933) estadounidense
- Harry Arthur Hopf (1882-1949) británico
- George Elton Mayo (1880-1949) australiano
- Chester Irving Barnard (1886-1961) estadounidense
- Douglas Murray McGregor (1906-1964) estadounidense

Aún cuando éstos últimos se dedicaron y enfocaron sus estudios más hacia la administración que a la Ingeniería Industrial, es innegable su invaluable aportación a ésta última.

La administración científica despertó mucho interés en los primeros veinticinco años del presente siglo. La administración de las actividades de la producción fueron reconocidas como una ciencia de la ingeniería ahora conocida como INGENIERIA INDUSTRIAL. El primer grado universitario en Ingeniería Industrial, fué introducido en la Pennsylvania State University en 1908. La primera sociedad profesional dedicada exclusivamente a la ciencia de la administración se organizó en 1912.

Originalmente se llamó Society to Promote the Science of Management, luego se convirtió en la Taylor Society, después de la muerte de Taylor. A esa organización la sucedió la American Society of Industrial Engineers, la cual finalmente se fusionó con la actual Society for Advancement of Management. Esta sociedad está ahora dedicada a problemas un tanto generales en la administración. Los aspectos más técnicos de la Ingeniería Industrial son la especialidad del American Institute of Industrial Engineers (no debe confundirse con la sucesora de la Taylor Society).

"El Instituto Americano de Ingenieros Industriales define la Ingeniería Industrial como la disciplina que se refiere al diseño, instalación y mejoramiento de sistemas integrados -- por hombres, materiales y equipo. Utiliza los conocimientos y habilidades especializados de las ciencias matemáticas, físicas y sociales aunados a los principios y métodos de análisis y diseño ingenieriles para especificar, predecir y valorar los resultados de dichos sistemas". (1)

En general la ingeniería se define como la aplicación de la ciencia para la obtención de satisfactores; también conocemos que el producto final del trabajo de un ingeniero es -- usualmente un dispositivo físico, una estructura o un proce-

(1) J.J. Trujillo, Elementos de Ingeniería Industrial, p. 5

so. El ingeniero desarrolla todo lo anterior mediante el -- sistema creativo llamado diseño. Otra definición un poco -- más formal de ingeniería indica que esta palabra proviene -- del Latín ingenium, sustantivo masculino que denota facultad de discurrir e inventar; de ahí se define como el conjunto - de conocimientos y técnicas que permiten aplicar el saber -- científico a la utilización de la materia y de las fuentes - de energía, mediante invenciones o construcciones útiles pa- ra el hombre. En alguna otra forma y una vez entendido el - concepto ingeniería, se puede también definir la Ingeniería Industrial como:

- La ingeniería que entiende en todo lo concerniente a la - industria fabril.

- La ingeniería que trata primordialmente del diseño de sig- temas para la transformación física de materiales, y de - la organización y funcionamiento económico de las indus- trias.

Es importante mencionar que es hasta cierto punto difícil -- desligar la ingeniería industrial de la administración, ya - que ambas se encuentran íntimamente ligadas en sus principios y objetivos fundamentales.

El campo de acción de la ingeniería industrial no se limita a la toma de tiempos, para determinar la duración estándar -

de una operación. Sus elementos y técnicas fundamentales -- son bastante amplios. La ingerencia que tiene en la industria es tan grande, que puede ocuparse en cualquier sistema de producción de todo tipo de empresas. Entre estos elementos y técnicas podemos mencionar los siguientes: Ingeniería Económica, Programación Lineal, Diseño y Planeación de Sistemas de Producción, Programación de la Producción, Valuación de Puestos e Incentivos, Organización de Empresas, Localización de Plantas, Teoría de Líneas de Espera, Predicción de Demanda, Control de Inventarios, Diseño de Experimentos, Estudio de Sistemas de Pago de Salarios, Estudio de Tiempos y Movimientos, Diagramas de Proceso, Proceso de Operaciones, - de Flujo, PERT, Análisis de Operaciones, Tiempo Estándar, Balanceo de Líneas, etcétera.

Esta lista de elementos y técnicas son aplicables a todo género de industrias no siendo necesario que su tipo de operación sea continuo, pueden ser exitosamente usados en las industrias: Textil, Automotriz, Naval, Construcción, Minera, Química, Metalúrgica, Fundición, Metalmeccánica, Eléctrica, - Civil, etcétera. No siendo excepción la industria manufacturera, tampoco lo es la industria manufacturera de bombas centrifugas, ya que éstas requieren el apoyo científico de la ingeniería industrial para elevar sus niveles de vida y productividad.

1.2 Influencia en las empresas.

Considerando la palabra influir como; cooperar con más o menos eficacia al éxito de un asunto, se analiza en este punto cuales son las formas en las que la ingeniería industrial ha cooperado eficazmente al éxito de una empresa.

Es imprescindible recurrir a los ejemplos para mostrar los alcances y limitaciones que las técnicas ofrecen al mejoramiento del nivel de vida del trabajador y de los sistemas de producción.

Se pretende con los siguientes ejemplos dar una idea de cómo a través de estudios, en ocasiones sencillos y en otras sofisticados, se ha logrado el mejoramiento de métodos o sistemas en los cuales se pensaba, no cabrían mejoras.

La experiencia ha demostrado que prácticamente todas las operaciones pueden mejorarse si se estudian suficientemente. Puesto que el análisis sistemático es igualmente efectivo en industrias grandes y pequeñas, en la producción reducida y en la producción en masa, se puede concluir que los análisis de operaciones son aplicables a todas las actividades de fabricación, administración de empresas y servicios del gobierno. Si se utiliza correctamente la ingeniería industrial a través de sus múltiples técnicas, es de esperarse que origine un método mejor para realizar el trabajo, simplificando -

los procedimientos operacionales, el manejo de materiales y haciendo más efectivo el uso del equipo; aumentando así la producción y reduciendo el costo unitario; que permita conservar la calidad y reducir los efectos de falta de pericia laboral; que despierte el entusiasmo de los obreros al mejorar sus condiciones de trabajo, minimizando la fatiga y dándoles oportunidades de obtener mayores retribuciones.

Para iniciar los ejemplos de la influencia de la ingeniería industrial en las empresas ⁽²⁾, se cita un caso común y sencillo, pero que posee relevada frecuencia.

Los empleados de cierta fábrica en el medio oeste de los Estados Unidos y equipada con aire acondicionado, se quejaban por sentir frío, aún cuando la temperatura se mantenía a -- 22°C. Cuando las paredes blancas de la factoría fueron repintadas de color coral que da la sensación de tibieza, cesaron todas las quejas. Los obreros de otra fábrica se quejaban de que unas cajas eran demasiado pesadas hasta que el ingeniero de planta ordenó que todas las cajas fueran pintadas de color verde claro. Al siguiente día varios trabajadores dijeron al capataz "¡Oiga con estas nuevas cajas más ligeras es diferente!"

(2) Todos los ejemplos presentados han sido tomados del Libro B.W. Niebel, Ingeniería Industrial Estudios de Tiempos y Movimientos, p. 46, 47, 61, 70, 166, 167 y 205.

En la Ingeniería Industrial se entiende que el uso del color debe mejorar las condiciones ambientales de los trabajadores proporcionandoles mayor comodidad visual. Los colores se -- pueden usar para reducir contrastes fuertes, aumentar la re flexibilidad, señalar mejor los peligros y llamar la aten-- ción hacia características del ambiente de trabajo que necesiten ser destacadas.

Otro instrumento de la ingeniería industrial es el análisis de operación, el cual posee grandes alcances. La reorganización de las operaciones suele producir economías.

Por ejemplo, en una industria tenían que hacerse cuatro agujeros en la brida de la caja de conexiones de un motor eléctrico, uno en cada esquina. Además, la base de la caja tenía que ser plana y lisa. Originalmente se planeó el trabajo de manera que primero se esmerilaba la base, y luego se hacían los agujeros empleando un dispositivo de taladrar. La operación de taladro ocasionaba rebabas que tenían que quitarse - en el siguiente paso. Mediante un cambio en el orden de las operaciones, de modo que se hacían primero los agujeros y se esmerilaba después la base, se eliminó la operación de desrebabado. Esto implica que en ocasiones el combinado de operaciones reduce los costos de operación.

Entre otros aspectos que estudia el análisis de operación, - se encuentra el hallar un material menos costoso, para com--

prender los alcances de este estudio, se plantean los siguientes ejemplos.

Continuamente aparecen desarrollos de nuevos procesos para producir y refinar materiales. Por tanto, un material que no era de precio competitivo ayer puede serlo hoy. En una fábrica se utilizaban barras espaciadoras de Micarta entre bobinas de transformadores. Se empleaban para separar los bobinados y permitir la circulación de aire entre ellos. Una investigación puso de manifiesto que se podría utilizar tubo de vidrio en vez de barras de Micarta obteniendo una buena economía. No sólo resultaron menos costosos los tubos de vidrio, sino que satisfacían mejor los requisitos de operación porque el vidrio puede resistir temperaturas más elevadas. Además por ser hueca la tubería de vidrio permitió una mayor circulación del aire, que la que anteriormente permitían las barras de Micarta.

Otro material menos costoso fue sustituido en la fabricación de transformadores de distribución. Originalmente se usaba una pieza de porcelana para separar y sostener las puntas terminales de los conductores al salir de un transformador. Se la reemplazó por una de cartón comprimido, que funcionó igualmente bien y era considerablemente menos costosa.

Otro estudio no menos importante, es el de movimientos. Es obvio tratar de mejorar los métodos en la etapa de planeación,

que depender por completo de la ulterior corrección de los métodos de fabricación ya introducidos.

El escaso volumen de producción puede hacer imposible la -- adopción de mejoras que pudieran haber sido implantadas durante la planeación y que hubieran permitido economizar sumas considerables en relación con los métodos existentes.

Por ejemplo, considérese una operación de taladrado en que se efectúa el escareado de un agujero de 1/2 pulgada de diámetro con una tolerancia de 0.500 a 0.502 pulgada. El volumen de trabajo se estimó en 100,000 piezas. El departamento de estudio de tiempos estableció un estándar de un millar -- por 8.33 horas para ejecutar la operación de escareado, y el dispositivo de sujeción correspondiente costó 1,000 dólares. Como el salario base por hora era de 3.60 dólares, la percepción por cada mil piezas tenía un valor de 30 dólares.

Supóngase ahora que un analista de métodos sugiere el brochado del diámetro interior, ya que sus cálculos revelaron que las piezas pueden someterse a tal operación a razón de un millar por cinco horas. Esto representaría un ahorro de 3.33 horas por mil piezas, o una economía total de 333 horas. Si la hora de trabajo se paga a 3.60 dólares, implica que se -- ahorrarían 1,198.80 dólares en costo de mano de obra directa. Sin embargo, no sería práctico implantar tal reforma, pues la herramienta de brochar tiene un costo de 1,400 dólares.

Por tanto, el cambio no sería benéfico, a no ser que el ahorro de mano de obra pudiera incrementarse hasta 1,400 dólares a fin de compensar el costo de la nueva herramienta.

Otros ejemplos de ahorro en operaciones innecesarias son los siguientes:

En una cierta fábrica de motores eléctricos, sus armaduras o inducidos se pintaban con pistola de aire cuando se hallaban en sus soportes, imposibilitando que la pintura llegase a la parte inferior de las mismas debido a la obstrucción -- presentada al rociado por la estructura de soporte. Era necesario pintar a mano dichas partes después de la aplicación de pintura con pistola. Un estudio del trabajo dió por resultado una estructura rediseñada que sostenía la armadura y permitía la aplicación completa de la pintura. El nuevo dispositivo permitió además que siete armaduras fuesen pintadas simultáneamente, en tanto que el método antiguo sólo permitía pintar una cada vez. Por tanto fue posible, así, eliminar la operación innecesaria de retoque, que provenía de una inapropiada operación previa.

En otro caso de fabricación de engranes de gran tamaño, fue necesario introducir una operación de acabado y pulido a mano para eliminar ondulaciones en los dientes después del formado en los engranes. Una investigación reveló que la contracción y dilatación ocasionadas por cambios de temperatura en el curso del día, eran responsables de las ondulaciones -

ocurridas en la superficie de los dientes. Encerrando la --
unidad completa e instalando un sistema de aire acondiciona-
do dentro del recinto se mantenía la temperatura apropiada
por todo el día. Los efectos desaparecieron inmediatamente
y ya no fue necesario que continuasen más tiempo las opera-
ciones de acabado y pulido adicionales.

En ocasiones se originan operaciones innecesarias cuando se
introduce una operación para facilitar otra que le sigue. -
Un ejemplo de esto y de como la ingeniería industrial lo so-
luciona es el siguiente: Al conocer o alambrar los conmuta-
dores de motores eléctricos, se creyó necesario torcer cada
par de conductores para mantener juntos la pareja correcta -
de alambres y aumentar su resistencia mecánica. Sin embargo,
se halló que el par correcto de alambres podía colocarse en
la ranura adecuada sin torcerlos. También reveló la observa-
ción que el torcimiento hacía que los alambres fuesen de lon-
gitud desigual y que la tensión dispareja en los alambres --
torcidos los debilitaba en vez de reforzarlos. Se descubrió
que era innecesario torcer los alambres y con esto la reduc-
ción de una operación dentro del proceso.

Se podrían escribir algunos libros completos detallando méto-
dos o sistemas mejorados con la ayuda de la ingeniería indus-
trial, sin embargo, se debe entender que los ejemplos citados
sólo son una pequeña muestra de la influencia que desarrolla
la ingeniería industrial dentro de la industria moderna.

Cuando se acepta que prácticamente todas las operaciones pueden mejorarse si se estudia lo suficiente, no se hace a un lado cierto tipo de operación. Es por esto necesario procurar el mejoramiento de los sistemas y métodos que presenta actualmente la industria manufacturera de bombas centrífugas de México.

En el capítulo siguiente se detalla esta industria y posteriormente se analizarán sus posibles mejoras en base a las alternativas que ofrece la ingeniería industrial.

C A P I T U L O I I

LA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE BOMBAS CENTRIFUGAS

C A P I T U L O I I

LA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE BOMBAS CENTRIFUGAS

2.1 Su desarrollo en México.

El primer tipo de bomba del que se tiene conocimiento es la bomba aspirante o de succión, que utiliza un émbolo dentro de un cilindro, para bombear agua, la construyó, a finales - del Siglo III a.JC. (300-250), el matemático griego Tesibio de Alejandría. (3)

En la bomba de succión simple se hace ascender un pistón en el interior de un cilindro conectado a una fuente de agua me diante una tubería. El movimiento del pistón crea un vacío parcial en el interior del cilindro, y la presión de la atmósfera hace subir el agua que sale al exterior por medio de una válvula y una boquilla. Estas bombas como dependen de la -- presión atmosférica, sólo pueden elevar el agua a pequeñas - alturas: unos siete metros.

Para alturas mayores se precisa la bomba impelente. En ella el agua es obligada a subir del cilindro por la presión ejercida al forzarse el pistón hacia abajo. En la Edad Media, - en algunas ciudades europeas se obtenía el agua por medio de

(3) Selecciones del Reader's Digest, Inventos que Cambiaron el Mundo, p. 62

bombas que combinaban ambos sistemas: Primero se subía el agua a la mayor altura posible por presión atmosférica, mientras el pistón ascendía, y se forzaba luego a mayor altura al bajar el pistón y expulsarla del cilindro.

En el Siglo XIX se desarrollaron gran cantidad de bombas rotativas, entre ellas la de engranajes, que consiste en dos rodillos dentados que engranan entre sí dentro de una caja. Los rodillos empujan al fluido y lo hacen salir por el otro lado. La bomba de aceite de un automóvil es de este tipo.

Otra bomba común es la centrífuga, desarrollada a mediados del Siglo XIX. El fluido penetra en el interior de la bomba, cerca del eje de un impulsor semejante a una rueda de paletas. La fuerza centrífuga lanza al líquido hacia afuera; sale de la bomba a gran velocidad y pasa por un tubo en forma de trompeta que frena esta velocidad de salida.

Este último tipo de bomba, es la que ocupa al presente trabajo y cabe mencionar, que conforme surgieron las nuevas técnicas de manufactura, se mejoraron los materiales de fabricación y se desarrollaron nuevos diseños con hidráulicas más avanzadas, también surgió la industria que fabrica las bombas centrífugas. Ya en el mismo siglo XIX existieron fábricas que manufacturaban tipos específicos de bombas centrífugas.

./.

El establecimiento formal de la industria manufacturera de bombas centrífugas en México, se ubica cerca de 37 años atrás; iniciando sus actividades con la fabricación de bombas de pozo profundo para manejo de agua, siendo sus principales aplicaciones en la agricultura, en algunos casos para riego directo y en otros para almacenamiento de agua. También fueron utilizadas para el abastecimiento de agua a modestos servicios municipales. Al mismo tiempo fueron desarrollandose algunas líneas de bombas horizontales estándar, para manejo de agua.

El siguiente paso en el proceso de crecimiento de esta rama industrial, fue el desarrollo de recursos suficientes para iniciar localmente la fabricación y suministro de partes de repuesto para aquellos equipos originalmente importados, fue así como a partir de los primeros años de la década de los 60's quedaron integrados con varias metalurgias, líneas de bombas, como las de proceso API (American Petroleum Institute) para refinerías, las bombas verticales de proceso, condensado y circulación. Las horizontales de pasos múltiples y bombas de doble caja, para alimentación a calderas, oleoductos, poliductos e inyección de agua a mantos petrolíferos para explotación secundaria, tanto en tierra como en mar, apegadas estrictamente a las normas internacionales más importantes de diseño y fabricación como son:

(ANSI) American National Standards Institute
(API) American Petroleum Institute
(ASTM) American Society of Testing of Material
(ASME) American Society of Mechanical Engineers
(HI) Hidraulic Institute

y algunas otras que describen criterios para el diseño y las metodologías de prueba para bombas. Todo el proceso anterior, requirió de un desarrollo afín y paralelo de plantas fundidoras que suministrarán la materia prima de las partes esenciales de las bombas y es por ello que ambas industrias obedecen a patrones similares de progreso.

Actualmente, México es uno de los países en que se encuentra establecido mayor número de fabricantes de bombas centrífugas de reconocida experiencia internacional, de tal manera, que prácticamente no existe ningún tipo ni tamaño de bomba centrífuga que no pueda ser fabricada en nuestro país, con un rango de integración local que va del 80 al 100%.

El 27 de Agosto de 1963, se constituyó por un pequeño grupo de industriales la "ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE BOMBAS, EQUIPOS AUXILIARES PARA MANEJO DE FLUIDOS E INDUSTRIAS MECANICAS DE TRANSFORMACION". Los socios que conformaron la asociación eran:

- Bombas Mexicanas, S.A.
- Bowmex, S.A.
- Byron Jackson Co., S.A.
- Deming de México, D.F.
- Gyl, S.A.
- Industrias Guillermo Murguía, S.A.
- Litografía y Troquelados Mecánicos, S.A.
- Worthington de México, S.A. de C.V.

Los propósitos de la Asociación, según lo asentado en la escritura constitutiva original, eran:

- a) Mantener entre los miembros las mejores relaciones amistosas, económicas y culturales.
- b) Estudiar todas las cuestiones que afecten las actividades industriales que la constituyen y proveer a las necesidades que tiendan al desarrollo de éstas.
- c) El fomento de todo evento científico social que tenga -- por finalidad el progreso y desarrollo de la industria -- manufacturera de bombas, equipos auxiliares para manejo de fluidos e industrias mecánicas de transformación.

El día 6 de Junio de 1967, se modificó el nombre de la Asociación por el siguiente:

ASOCIACION NACIONAL DE INDUSTRIAS DEL BOMBEO E INGENIERIA, A.C., que se conserva hasta la fecha. Según el artículo 3º de los nuevos estatutos, sus propósitos son:

"Promover todos aquellos servicios institucionales conducentes a estrechar las mejores formas de relacionamiento y colaboración entre los asociados, para que a través de un esfuerzo conjunto estimulen el mejoramiento progresivo de las personas e instituciones representadas en la Asociación, en -- cuanto concierna al campo de sus actividades profesionales e industriales, dentro de proyecciones congruentes con los procesos de desarrollo económico y sociocultural del país, con énfasis especial en las áreas de investigación científica y tecnológica aplicadas".

En la ANIBIAC (Asociación Nacional de Industrias del Bombeo e Ingeniería, A.C.) se han agrupado desde la época de los - 60's. Las empresas manufactureras de bombas más relevantes del país, así como algunos fabricantes de equipos periféricos para bombas. Los socios que la iniciaron han aumentado, algunos cambiaron sus razones sociales, otros desaparecieron y algunos más se integraron. Actualmente la ANIBIAC cuenta con más de 25 miembros, sin embargo, nombrando exclusivamente a los socios que manufacturan bombas tenemos los siguientes:

- Alwill, S.A.
- Bombas Goulds de México, S.A.
- Byron Jackson Co., S.A.
- Crane Deming de México, D.F.
- Industrias Guillermo Murguía, S.A.
- Ingersoll Rand, S.A.
- Jacuzzi Universal, S.A.
- K.S.B. Mexicana, S.A.
- Manufacturera Tosa, S.A.
- Peerless Tisa, S.A.
- Sistemas de Bombeo, S.A. de C.V.
- Sulzer Hermanos, S.A. de C.V.
- Worthington de México, S.A.

Entre los otros miembros de la ANIBIAC se encuentran fabricantes de: sellos mecánicos, empaquetadura, válvulas, acoplamientos flexibles, motores eléctricos, juntas de expansión, juntas metálicas, motores sumergibles, motorreductores, reductores de velocidad, motores de combustión interna, tableros de control, etcétera. Todos ellos relacionados con la industria del bombeo.

En la actualidad para podernos referir a la industria del bombeo en México es necesario aludir a la ANIBIAC, ya que es el centro de mayor importancia para las industrias del Bombeo.

La ANIBIAC está asociada también a la Cámara Nacional de la -

Industria de la Transformación (CANACINTRA) que a su vez es punto de reunión de un gran número de industrias de México - (más de 70,000).

Como se puede observar, México posee un alto potencial en el Ramo del Bombeo y es necesario mencionar que; si el motor -- eléctrico ocupa el primer lugar de difusión en el mundo y ha contribuido en el bienestar y progreso de la Humanidad, las bombas con sus variados diseños, ocupan también un lugar -- preeminente como factores para el desarrollo y progreso de -- las naciones. De aquí que sea atractivo el hecho de anali-- zar cuales son actualmente las industrias manufactureras de bombas centrífugas en México, que poseen la mayor parte del mercado sin considerar las empresas que fabrican bombas: de uso casero, para automóviles, para máquinas herramientas, pa -- ra aparatos electrodomésticos, etcétera, ya que éstas son de usos específicos y no son consideradas de uso industrial.

En el siguiente punto del presente capítulo se presentan es -- tas empresas y se seleccionará una de ellas para ser utiliza -- da como muestra, que ejemplifique en sus aspectos generales a las demás empresas de su tipo.

2.2 Selección de la muestra.

Como se ha mencionado en la introducción del presente traba -- jo, es necesario conocer las razones que han orillado a las

empresas manufactureras de bombas centrifugas a no tener dentro de sus organizaciones, departamentos de Ingeniería Industrial o bien departamentos como Planeación y Control de la Producción, de Métodos o algún otro que sea afín a la ingeniería industrial. De hecho en algunas empresas son nombrados los departamentos de planeación y control de la producción, pero sus fines e importancia dentro de la organización son secundarios.

Para analizar las razones que hacen menguar la importancia de los departamentos antes citados, es necesario considerar una muestra del conjunto de la industria del bombeo, ya que analizar el conjunto completo resultaría impráctico. Es también importante que la muestra seleccionada como un elemento exponente del conjunto, sea lo suficientemente representativa. Tanto en capacidad de producción como en su estructura organizacional, de tal suerte que cubra los siguientes puntos:

- a) Susceptible de ser estudiada
- b) Refleje datos y características aplicables al conjunto - para que las soluciones o propuestas a su mejora lo sean también en gran parte al conjunto industrial del bombeo.

Para seleccionar la muestra que sea lo suficientemente representativa, se plantean cuadros comparativos y de análisis, sobre las empresas que en la actualidad abarcan el mercado más grande de la industria del bombeo en México. Estas em--

presas son:

- Jacuzzi Universal, S.A.
- Manufacturera Fairbanks Morse, S.A. de C.V.
- Ingersoll Rand, S.A. de C.V.
- Byron Jackson Co., S.A.
- Sistemas de Bombeo, S.A. de C.V.
- Worthington de México, S.A. de C.V.
- Sulzer Hermanos, S.A. de C.V.
- Bombas Goulds de México, S.A. de C.V.
- Bombas Sumergibles Mexicanas
- Quantron, S.A.
- Durcomex, S.A. de C.V.
- Empresas Tosa, S.A. de C.V.
- Peerless Tisa, S.A.
- Puriti, S.A.
- K.S.B. Mexicana, S.A.

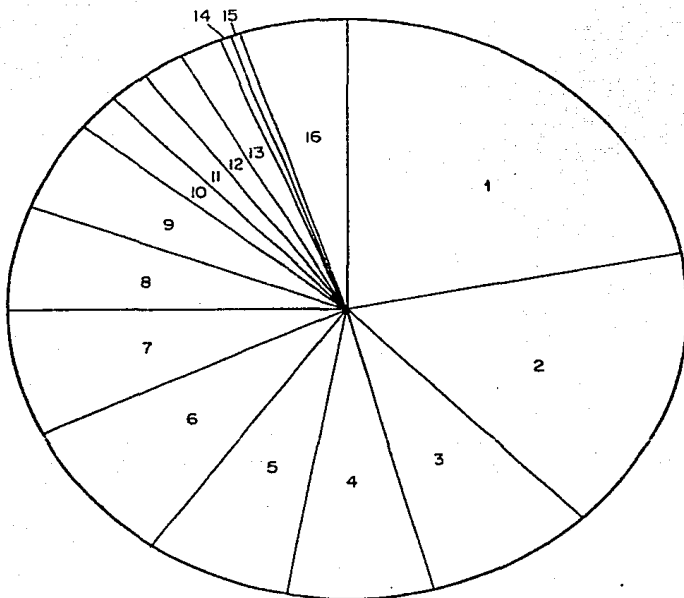
Como se puede observar en la siguiente figura el mercado del bombeo, no es, hasta cierto punto monopólico, aun cuando -- existen ciertos rangos de Caudal de Fluidos (Q) y presiones de descarga (H), que dan, un estado de monopolismo para ciertas empresas.

Como el desarrollo de la industria del bombeo, continua día a día, los rangos Q-H, monopolizados se van desvaneciendo, - quedando casi al punto de ser un mercado de competencia perfecta, el cual, para existir debe poseer:

- 1.- Que los demandantes y proveedores tomen el precio como dado.- Esto es; los precios de cada competidor son de acuerdo a la cantidad disponible de dinero del comprador.
- 2.- Producto homogéneo.- Que los productos presten el mismo tipo de servicio, en iguales condiciones.
- 3.- Libre movilidad de los recursos.- Es decir, que los productos entren y salgan del mercado con facilidad en respuesta congruente a las señales pecuniarias.
- 4.- Conocimiento perfecto.- Que los dueños de recursos conozcan a fondo el mercado en el cual participan.

Como es lógico, la competencia perfecta no existe, pero con sólo algunas desviaciones a los puntos citados, el mercado del bombeo es, como se mencionó casi de competencia perfecta.

Distribución Real del Mercado de la Industria
del Bombeo (1984)



1.- Peerless Tisa	22%	9.- Worthington	5%
2.- Byron Jackson	16%	10.- Goulds	2%
3.- Fairbanks Morse	8%	11.- Tosa	2%
4.- Sistemas de Bombeo	7%	12.- Bombas Sumergibles	2%
5.- Jacuzzi	7%	13.- Puriti	2%
6.- Sulzer Hermanos	8%	14.- Quantron	0.5%
7.- K.S.B.	7%	15.- Durcomex	0.5%
8.- Ingersoll-Rand	6%	16.- Otras	5%

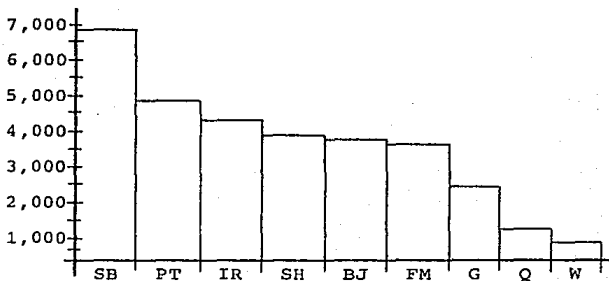
Por otra parte resulta conveniente analizar las empresas de acuerdo a sus ventas anuales per capita. Esto es, suponiendo que todo el personal perteneciente a una empresa vendiera sus productos. Este análisis indica claramente el nivel de productividad que por cada uno de sus hombres obtienen las empresas.

Las abreviaciones a utilizarse en todos los casos siguientes son:

SB = Sistemas de Bombeo	F.M. = Fairbanks Morse
PT = Peerless Tisa	G = Bombas Goulds
IR = Ingersoll-Rand	Q = Quantron
SH = Sulzer Hermanos	W = Worthington
BJ = Byron Jackson	D = Durcomex
KSB = K.S.B. Mexicana	J = Jacuzzi
*K = Kubota	*P = Pacific
*B = Bombas Bingham	T = Industrias Tosa

* Indica que no tienen plantas en México para fabricación de bombas completas.

Ventas por Cabeza en Miles de Pesos (1984)



Para comprender mejor la tabla anterior es necesario también describir cuantas personas laboraron en las empresas en el año de 1984. Este y algunos otros datos importantes se pueden observar en la siguiente tabla:

	F.M.	I.R.	B.J.	S.B.	S.H.	G	Q	D	P.T.	KSB	W	
Ventas anuales en Mio.	(1) 2,146	(2) 1,836	(3) 1,771	756	(4) 570	215	(5) 117	(6) 60	2,398	(7) 573	(8) 527	
Producción Total en Mio.	1,797	1,416	*	828	1,444	132	*	860	46	3,152	516	530
Activo en Mio.	2,493	1,393	1,799	971	1,298	235	1,066	143	1,891	?	2,218	
Pasivo en Mio.	1,149	1,063	748	585	974	215	642	97	1,075	?	2,290	
Capital Contable en Mio.	1,344	332	1,049	97	324	17	424	46	817	?	72	
No. de Obreros	357	266	237	41	51	51	9	14	252	50	431	
No. de Empleados	165	134	173	56	59	31	36	9	151	?	200	
No. de Técnicos y Profesionistas	118	28	64	14	40	7	61	7	93	50	84	
Personal Total	640	428	474	111	150	89	106	30	496	100	715	
Ventas por cabeza en Mio.	3.353	4.289	3.736	6.810	3.800	2.415	1.103	2.000	4.834	?	0.737	

- Notas: 1.- F.M. Fabrica Transformadores, Motores, Rásculas y Bombas.
 2.- I.R. Fabrica Tractomotores, Compresores, Maquinaria Agrícola y Bombas.
 3.- B.J. Fabrica Sellos Mecánicos, Discos para Tractor y Bombas.
 4.- S.H. Considerando en estos datos personal total y Ventas Div. Bombas.
 5.- Q Fabrica Compresores, Turbinas de Vapor y Bombas
 6.- D Fabrica Válvulas Autolubricadas y Bombas.
 7.- KSB Fabrica Motores Sumergibles y Bombas.
 8.- W Fabrica Refacciones para Compresores y Bombas.
 ? Indica datos no confirmados. * Indica capacidad.

Otro dato importante que indica posible estabilidad es la fecha de constitución de las empresas en México.

A continuación se detallan estas fechas para algunas empresas:

<u>EMPRESA</u>	<u>FECHA DE CONSTITUCION</u>
F.M.	29.Nov.1950
I.R.	03.Mar.1970
B.J.	02.Abr.1952
S.H.	27.Ago.1955
G.	16.Feb.1973
Q.	28.Jul.1981
P.T.	06.Ago.1952
W.	23.Abr.1954
S.B.	15.May.1975

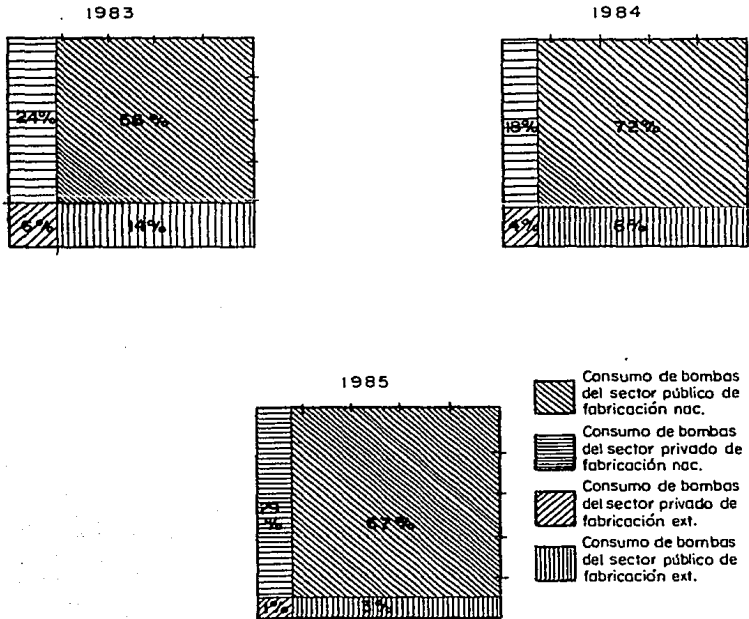
Como se puede observar la empresa más antigua data del año - 1950 y la de más reciente creación del año 1981. Entre ambas distan 31 años.

En el año de 1982 la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (SEMIP) creó los comités de sustitución de importaciones, a raíz de este hecho, cada industria paraestatal cuenta con su propio comité. Estos comités impulsan desde entonces la manufactura nacional de bienes de capital.

Aunando a este hecho las fuertes inflaciones que ha sufrido el país y el recorte presupuestal sufrido por las grandes empresas paraestatales se tiene una contracción del mercado -- del bombeo. Podemos observar en las siguientes gráficas la

relación que guardaron dentro del mercado total de la industria del bombeo los sectores privado y público con respecto a la fabricación nacional y extranjera en los años de 1983, 1984 y 1985.

MERCADO TOTAL DE LA INDUSTRIA DEL BOMBEO
DIVIDIDO POR SECTOR PRIVADO - SECTOR PUBLICO
Y FABRICACION NACIONAL-FABRICACION EXTRANJERA



Las gráficas anteriores demuestran dos puntos esenciales.

- 1.- La reducción en la compra de equipos de bombeo de fabricación extranjera y como consecuencia de la política de la sustitución de importaciones, un incremento en el consumo de equipos de bombeo de fabricación 100% nacional, o bien con índices superiores al 80% de integración nacional.

- 2.- Como consecuencia de la grave crisis económica del año 1982, la disminución de compras del sector público para el año de 1985 y siguientes. Esto refleja no tanto el aumento de consumo de equipos de bombeo por parte del sector privado, sino una relativa estabilidad en sus compras. Mientras el sector público se contrajo, el sector privado permaneció sobre su nivel de compras.

En las siguientes tres tablas se hace una comparación de la participación de las empresas manufactureras de bombas sobre los segmentos de:

- Generación de Energía
- Servicios de Agua
- Procesamiento de Agua

ya que estos por su capacidad son los de mayor importancia para los fabricantes de bombas de gran tamaño.

PARTICIPACION DE FABRICANTES EN EL SEGMENTO
DE GENERACION DE ENERGIA

FABRICANTE	NUCLEAR	CONVENCIONAL
BJ (1)	NO	SI
IR (1)	NO	SI
FM (1)	NO	SI
W (1)	NO	SI
PT (1)	NO	SI
SH (1)	NO	SI
G (1)	NO	SI
J (0)	NO	NO
K * (0)	NO	NO
KSB (1)	NO	SI
P * (0)	NO	NO
B * (1)	NO	SI

* No tienen planta en México para fabricación de bombas, sólo venden refacciones hechas en México para sus equipos vendidos. Los equipos completos que ofrecen son de importación.

PARTICIPACION DE FABRICANTES EN EL SEGMENTO
DE SERVICIOS DE AGUA

FABRICANTE	SUMINISTRO DE AGUA POTABLE	RIEGO	MINAS	GRAN DIAMETRO O ENFRIAMIENTO	AGUAS NEGRAS
BJ (2)	SI	NO	NO	SI	NO
IR (2)	SI	NO	NO	SI	NO
FM (3)	SI	SI	NO	NO	SI
W (3)	SI	NO	SI	NO	SI
PT (4)	SI	SI	NO	SI	SI
SH (3)	SI	NO	SI	SI	NO
G (1)	SI	NO	NO	NO	NO
J (1)	SI	SI	NO	NO	SI
* K (0)	NO	NO	NO	NO	NO
KSB (3)	SI	NO	SI	SI	NO
* P (1)	NO	NO	NO	SI	NO
* B (0)	NO	NO	NO	NO	NO

* No tienen planta en México para fabricación de bombas, sólo venden refacciones hechas en México para sus equipos vendidos. Los equipos completos que ofrecen son de importación.

PARTICIPACION DE FABRICANTES EN EL
SEGMENTO DE PROCESAMIENTO DE AGUA

FABRICANTE	INYECCION	PLATAFORMAS PETROLERAS	TUBERIAS	REFINERIAS
BJ (3)	NO	SI	SI	SI
IR (1)	NO	SI	NO	NO
FM (1)	NO	NO	NO	SI
W (2)	NO	NO	SI	SI
PT (0)	NO	NO	NO	NO
SH (3)	NO	SI	SI	SI
G (2)	NO	NO	SI	SI
J (0)	NO	NO	NO	NO
* K (1)	NO	SI	NO	NO
KSB (3)	NO	SI	SI	SI
* P (3)	NO	SI	SI	SI
* B (3)	NO	SI	SI	SI

* No tienen planta en México para fabricación de bombas, sólo venden refacciones hechas en México para sus equipos. Los equipos completos que ofrecen son de Importación.

Como un complemento a estos análisis sobre participación de fabricantes en diferentes segmentos de aplicación, se presenta el cuadro de asociados por especialidades de la ANIBIAC, actualizado al año 1987.

INDICE DE PRODUCTOS

<u>BOMBAS CENTRIFUGAS:</u>	CON MOTOR ELECTRICO SUMERGIBLE	1
	PARA POZO PROFUNDO	2
	PARA POZO SOMERO	3
	PARA AGUA FRIA Y LIMPIA	4
<u>HORIZONTALES:</u>	AUTOCEBANTES	5
	AXIALMENTE PARTIDAS-UN PASO	6
	AXIALMENTE PARTIDAS-MULTIPASO	7
	EXTRA ALTA PRESION (DOBLE CARCASA)	8
	INATASCABLES	9
	PARA ARENAS	10
	PARA ALTAS TEMPERATURAS (175°C+)	11
	PARA LODOS ACIDOS	12
	PARA PROCESO	13
	PARA PROCESO (ANSI, AVSI)	14
	PARA PULPAS DE HASTA 3%	15
	PARA PULPAS DE MAS DE 3%	16
	PARA REFINERIAS (API)	17
	SANITARIAS (MANEJO DE ALIMENTOS)	18
<u>VERTICALES:</u>	AUTOCONTENIDAS	19
	DE FLUJO AXIAL (DE HELICE)	20
	MONTAJE EN LINEA	21
	PARA AGUAS NEGRAS	22
	PARA CARCAMO SECO	23
	PARA RIEGO POR ASPERSION	24
	PARA SUMIDERO	25
	RECUBIERTAS INTERIORMENTE DE HULE O PLASTICO	26
	TIPO TURBINA REGENERATIVA	27
VERTICALIZADAS PARA CARCAMO HUMEDO		28
BOMBAS DE EPOXY Y/O POLIPROPILENO		29
BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO		30
BOMBAS DOSIFICADORAS		31
BOMBAS DE VACIO		32
EXPENDEDORAS DE GASOLINA		33
RECIPROCANTES DE UNO O VARIOS PISTONES		34
ROTATORIAS DE ENGRANES PARA LIQUIDOS VISCOSOS		35
ROTATORIAS PARA LIQUIDOS PASTOSOS		36
SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSION		37
SISTEMAS HIDRONEUMATICOS		38
CABEZALES ENGRANADOS		39
COPLES FLEXIBLES		40
COPLES RIGIDOS		41
EMPAQUETADURAS		42
MOTORES ELECTRICOS		43
MOTORES DE COMBUSTION INTERNA		44
REDUCTORES DE VELOCIDAD		45
SELLOS MECANICOS		46
VALVULAS DE DIAFRAGMA		47
VALVULAS DE MARIPOSA		48
VALVULAS DE RETENCION		49

TABLA DE ESPECIALIDADES POR ASOCIADO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
BOMBAS GOULDS DE MEXICO SA DE CV																		
BOMBAS VIKING DE MEXICO SA DE CV																		
BONASA SA DE CV																		
BYRON JACKSON CO. SA																		
DEMING DE MEXICO																		
DOSISISTEMAS SA DE CV																		
DURAMETALLIC MEXICANA SA DE CV																		
DURCOMEX SA DE CV																		
EMPRESAS TOSA SA DE CV																		
FLEXIBOX SA																		
INDS. GUILLERMO MURGUIA SA DE CV																		
INDUSTRIAS IEM SA DE CV																		
INDS. JOHN CRANE DE MEX. SA DE CV																		
KSB MEXICANA SA																		
MANUFACTURAS Y SERVICIOS INDS. SA																		
MANUFACTURERA FAIRBANKS MORSE																		
MECANICA FALK SA DE CV																		
QUANTRON SA																		
RELIANCE DE MEXICO SA																		
SISTEMAS DE BOMBEO SA DE CV																		
SULZER HERMANOS SA DE CV																		
TURBO PRODUCTOS DRESSER SA DE CV																		
WORTHINGTON DE MEXICO SA DE CV																		

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
BOMBAS GOULDS DE MEXICO SA DE CV																
BOMBAS VIKING DE MEXICO SA DE CV																
BONASA SA DE CV																
BYRON JACKSON CO. SA																
DEMING DE MEXICO																
DOSISISTEMAS SA DE CV																
DURAMETALLIC MEXICANA SA DE CV																
DURCOMEX SA DE CV																
EMPRESAS TOSA SA DE CV																
FLEXIBOX SA																
INDS. GUILLERMO MURGUIA SA DE CV																
INDUSTRIAS IEM SA DE CV																
INDS JOHN CRANE DE MEX. SA DE CV																
KSB MEXICANA SA																
MANUFACTURAS Y SERVICIOS INDS SA																
MANUFACTURERA FAIRBANKS MORSE																
MECANICA FALK SA DE CV																
QUANTRON SA																
RELIANCE DE MEXICO SA																
SISTEMAS DE BOMBEO SA DE CV																
SULZER HERMANOS SA DE CV																
TURBO PRODUCTOS DRESSER SA DE CV																
WORTHINGTON DE MEXICO SA DE CV																

TABLA DE ESPECIALIDADES POR ASOCIADO

	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
BOMBAS GOULDS DE MEXICO SA DE CV															
BOMBAS VIKING DE MEXICO SA DE CV															
BONASA SA DE CV															
BYRON JACKSON CO. SA															
DEMING DE MEXICO															
DOSISISTEMAS SA DE CV															
DURAMETALLIC MEXICANA SA DE CV															
DURCOMEX SA DE CV															
EMPRESAS TOSA SA DE CV															
FLEXIBOX SA															
INDS. GUILLERMO MURGUIA SA DE CV															
INDUSTRIAS IEM SA DE CV															
INDS. JOHN CRANE DE MEX. SA DE CV															
KSB MEXICANA SA															
MANUFACTURAS Y SERVICIOS INDS. SA															
MANUFACTURERA FAIRBANIS MORSE															
MECANICA FALK SA DE CV															
QUANTRON SA															
RELIANCE DE MEXICO SA															
SISTEMAS DE BOMBEO SA DE CV															
SULZER HERMANOS SA DE CV															
TURBO PRODUCTOS DRESSER SA DE CV															
WORTHINGTON DE MEXICO SA DE CV															

La ubicación de plantas y oficinas de algunas de las empresas dentro de la República Mexicana son:

RAZON SOCIAL	PLANTA	OFICINAS GRALES.
- Bombas Goulds de México, S.A. de C.V.	Tizayuca, Hgo.	México, D.F.
- Byron Jackson Co., S.A.	Edo. de México	México, D.F.
- Ingersoll Rand, S.A. de C.V.	Edo. de México	Edo. de México
- Jacuzzi Universal, S.A.	Monterrey, N.L.	Monterrey, N.L.
- K.S.B. MEXICANA, S.A.	León, Gto. y Lagos de Moreno, Jal.	México, D.F.
- Durcomex, S.A. de C.V.	San Juan del Río, Qro.	México, D.F.
- Empresas Tosa, S.A. de C.V.	Edo. de México	Edo. de México
- Manufacturera Fairbanks Morse, S.A. de C.V.	Edo. de México	Edo. de México
- Quantron, S.A.	Monterrey, N.L.	México, D.F. Monterrey, N.L.
- Sistemas de Bombeo, S.A. de C.V.	Edo. de México	Edo. de México
- Sulzer Hermanos, S.A. de C.V.	Edo. de México	Edo. de México
- Worthington de México, S.A. de C.V.	México, D.F.	México, D.F.
- Peerless Tisa, S.A. de C.V.	Monterrey, N.L.	México, D.F. Monterrey, N.L.
- Puriti, S.A.	Edo. de México	Edo. de México

Según pronósticos de estudios de mercado basados en el desarrollo de las empresas y datos de la ANIBAC, se establecen a continuación las relaciones de segmento-participación, de las 4 empresas con mayor aportación. Con proyección a los años 1988 a 1992.

SEGMENTO	INDUSTRIA
B.J.	9%
S.H.	7%
Q	7%
W	5%

* Sumando en estas 4 el 28% del total de dicho mercado.

SEGMENTO	AGUA
P.T.	30%
W	25%
S.B.	25%
F.M.	20%

* Sumando en estas 4 prácticamente el total de dicho mercado.

SEGMENTO	PETROLEO
B.J.	20%
Q	15%
W	15%
S.H.	7%

* Sumando en estas 4 el 57% del total de dicho mercado.

INDUSTRIA DE PLANTAS DE POTENCIA	
SEGMENTO	
S.H.	18%
K.S.B.	9%
AURORA	9%
G	8%

* Sumando en estas 4 el 44% del total de dicho mercado.

GENERACION DE POTENCIA	
SEGMENTO	
B.J.	78%
S.H.	22%

* Sumando en tan sólo estas 2 prácticamente el total de dicho mercado.

Por otra parte cabe hacerse notar que la empresa Ingersoll-Rand, S.A. de C.V. se ha fusionado al grupo Vitro el cual -- tiene también como empresas manufacturera de bombas a Quantron, S.A. que es la empresa de más reciente creación en este giro y la Cía. Peerless Tisa, S.A. de C.V.

La nueva razón social de Ingersoll-Rand, S.A. es Neumatron, S.A.

Las empresas como Kubota, Pacific y Bingham ocupaban gran -- parte del mercado, sobre todo en lo referente al sector público, participando en éste con considerables cantidades de bombas de gran capacidad. El hecho de no tener plantas que

manufacturaran nacionalmente, les ha relegado a niveles inferiores de participación, sin embargo, actualmente ofrecen alternativas de importación y dan servicio con venta de refacciones de fabricación nacional para los equipos que aún se encuentran en operación.

La razón social Bombas Bingham, S.A. de C.V. se ha fusionado a nivel internacional con la empresa Sulzer Brothers Limited, para actualmente trabajar en una nueva planta, instalada dentro de la misma empresa de Sulzer Hermanos de México, aún cuando el objetivo de la fusión, es ofrecer equipos completos con gran parte de integración nacional, no se ha podido alcanzar y será hasta los próximos dos o tres años que este objetivo llegue a realizarse.

Una vez conocidas algunas de las características más importantes del conjunto que conforma el actual mercado de fabricantes de bombas centrífugas, se procede a la selección de la muestra bajo los siguientes criterios:

- 1.- Que no sea una de las empresas de mayor o menor participación en el mercado actual.
Posibles alternativas.- F.M., S.B., J, S.H., K.S.B., - I.R.
- 2.- Que tenga un adecuado nivel de productividad por hombre. Este es, que no sea la mejor o peor empresa en relación

a sus ventas por cabeza.

Posibles alternativas.- P.T., I.R., S.H., B.J., F.M., G.

- 3.- Que no tenga el mayor o menor número de empleados totales.

Posibles alternativas.- K.S.B., Q, S.B., S.H., I.R., B.J.

- 4.- Que tenga un tiempo promedio de establecida, no siendo ni la de mayor antigüedad ni la de más reciente creación.

Posibles alternativas.- P.T., W, S.H., I.R., G, S.B.

- 5.- Que participe en los segmentos de generación de energía, servicios de agua y procesamiento de agua con un aceptable número de intervenciones.

Posibles alternativas.- G, B.J., W, F.M., I.R., P.

- 6.- Que actualmente se encuentren inscritos a la ANIBIAC -- con alta participación en distintos productos de bombeo.

Posibles alternativas.- B.J., S.H., G, K.S.B., W, S.B.

- 7.- Que según los pronósticos, tengan un buen mercado programado por lo menos para los años 1988 a 1992 en los distintos segmentos.

Posibles alternativas.- K.S.B., P.T., Q, S.H., W, B.J.

- 8.- Que presenten facilidad al proporcionar la información requerida para los estudios a realizarse, ya sea en dependencias gubernamentales, cámaras a las que estén afiliadas o a través de estudios directos con la planta.
Posibles alternativas.- S.H., S.B., W, G, Q, P.T.
- 9.- Que su planta se ubique en el Distrito Federal o Estado de México.
Posibles alternativas.- W, S.B., S.H., F.M., B.J., T.

Los anteriores criterios son requeridos por las siguientes causas:

- 1.- El criterio No. 1 se requiere para no reflejar los datos de una empresa con exagerada participación del mercado que la clasifique al punto de empresa líder, tampoco con mínima participación, que no refleje cabalmente las cualidades y requerimientos del grupo.
- 2.- El criterio No. 2 se requiere para no tomar como base una empresa que posea un nivel muy bajo de productividad, porque este hecho, podría no ser reflejo de un problema con generalidad del conjunto, sino un problema -- particular de dicha empresa. Por otra parte si fuese -- la empresa con mayor productividad, no requeriría de -- ningún estudio de mejora para sus sistemas y métodos de productividad.

- 3.- El criterio No. 3 se requiere para no tomar como base -- una empresa con un gran número de personal empleado ya que, como se puede observar, las empresas con mayor número de personal son W, F.M. y P.T. y de estas tres sólo P.T. manufactura exclusivamente bombas. Por otra -- parte, las empresas con menor número de personal son D. y G., pero éstas podrían no ser reflejo del común, ya -- que por variadas circunstancias tienen muy poco personal.

- 4.- El criterio No. 4 se requiere para no considerar a una empresa que por su largo tiempo de establecida sea obsoleta en sus métodos y estructuras, de la misma forma -- una empresa de reciente creación no demuestra el común de las demás.

- 5.- El criterio No. 5 se requiere para que se escoja a una empresa de relativa importancia, con verdadera participación en los principales segmentos del mercado.

- 6.- El criterio No. 6 se requiere para poder seleccionar -- una empresa que participa dentro de la asociación más -- importante de las industrias del bombeo y que dicha participación sea alta en los distintos productos que ofrece la asociación.

- 7.- El criterio No. 7 se requiere ya que no sería práctico hacer una serie de estudios para una empresa que no tiene proyección a futuro.

8.- El criterio No. 8 se requiere como uno de los de mayor importancia, ya que el trabajo no serviría si la empresa dificultara la información necesaria para estudios y evaluaciones.

9.- El criterio No. 9 se requiere como una de las ponderaciones de mayor peso, ya que el presente trabajo se realiza en México, D.F. y sería complicado el hecho de estudiar una planta con sede en el interior de la República.

Resumiendo en un cuadro las posibles compañías a estudiar -- con respecto a su participación en cada criterio se tiene lo siguiente:

E M P R E S A S														
No. de Criterio	KSB	Q	S.B.	S.H.	I.R.	B.J.	P.T.	F.M.	J	G	W	P	T	
1	SI	NO	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO	
2	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	
3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
4	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	NO	NO	
5	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	NO	
6	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	
7	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	
8	NO	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	NO	NO	
9	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO	SI	
Total de Participaciones	4	3	6	8	5	6	4	4	1	5	6	1	1	

Como lo muestra la gráfica las posibles empresas a ser estudiadas son S.H. con 8 participaciones y las empresas B.J., - S.B. y W cada una con 6 participaciones.

Este hecho aunado a la facilidad que presenta la compañía -- S.H. para proporcionar información la hacen aparecer como -- una alternativa viable y susceptible de ser estudiada.

Un criterio de relativa importancia que no pudo ser analizado fue el de los organigramas propios de cada empresa, desgraciadamente los organigramas se consideran información has ta cierto punto confidencial a grado que ni la misma ANIBIAC tiene en su poder esta información.

Una vez que en este capítulo se ha seleccionado a la empresa Sulzer Hermanos, S.A. de C.V. como representativa del conjunto de la industria manufacturera de bombas centrífugas, se -- procede en el próximo capítulo a describir cuales son los -- criterios más generalizados para el establecimiento o la integración de un departamento de ingeniería industrial.

C A P I T U L O I I I
CRITERIOS PARA LA INTEGRACION DE UN DEPARTAMENTO
DE INGENIERIA INDUSTRIAL

C A P I T U L O I I I
CRITERIOS PARA LA INTEGRACION DE UN DEPARTAMENTO
DE INGENIERIA INDUSTRIAL

La ingeniería industrial tiene como esencia, el incremento de la productividad con la finalidad de generar un bienestar compartido para cada una de las partes que integran un sistema. Para elevar la productividad se precisa entre otros factores lo siguiente:

1. La participación mediante acciones de todos los sectores que conforman la empresa.
2. Programas equilibrados de desarrollo económico y de productividad.
3. Adoptar las medidas necesarias, congruentes a las posibilidades, alcances y limitaciones de la empresa.

La compañía Sulzer no posee dentro de su organigrama un departamento de ingeniería industrial, únicamente cuenta con el departamento de métodos, tal como se podrá observar en las gráficas siguientes.

Para el establecimiento del departamento, es necesario tener en cuenta muchos aspectos, uno de ellos, es el modo en que será acogido por todo el personal, el nuevo departamento, el impacto psicológico puede ser negativo, sin embargo, éste y otros aspectos si-

milares son omitidos en este estudio, procurando centrar los intereses en el objetivo de formar el departamento con vías a mejorar la productividad y suponiendo de antemano, su aceptación dentro - del organigrama actual.

El primer planteamiento que se observa, es dividir en sectores al departamento de producción, de tal suerte que el departamento de ingeniería industrial encause en un principio todas sus aportaciones al sector que reina mayor número de problemas, posteriormente, y una vez resuelta total o parcialmente la problemática más crítica, se enfocará al conjunto de los sectores, atacando en cada uno de ellos los puntos de falla.

Los sectores son:

- a) Recursos Humanos
- b) Equipo
- c) Materiales

Una de las justificaciones más grandes para la integración de un departamento de ingeniería industrial es, que aún suponiendo que ciertas personas conozcan las técnicas de la ingeniería industrial y las sepan aplicar, el ser parte operativa dentro de la empresa no les permite la suficiente abstracción del problema para analizarlo objetivamente así como tampoco sus actividades normales -- les dejarán tiempo para los estudios requeridos. En necesario en conclusión una persona con habilidad, experiencia y alejada del - problema.

Para poder establecer los criterios que normen la creación del departamento de ingeniería industrial, se hace primero una reconsideración más profunda sobre los datos generales presentados en el capítulo anterior específicamente sobre la empresa Sulzer, posteriormente se enumerarán las causas más comunes que ocasionan problemas en la manufactura, venta y servicio de los equipos de bombeo, por último se presentarán los criterios generales y particulares para la integración del departamento de ingeniería industrial dentro de la empresa.

RECONSIDERACIONES SOBRE CIFRAS IMPORTANTES DE LA EMPRESA:

En este punto es importante mencionar, que por ser la empresa estudiada parte de un gran grupo internacional, el cual, no sólo manufactura bombas, se ve en la necesidad de destacar en esta división, ya que de su desarrollo depende su estancia en el mercado nacional. Para comprender más esa necesidad de destacar se presentan algunas cifras del consolidado de la empresa a nivel mundial.

./.

NUMERO DE PEDIDOS RECIBIDOS POR DIVISION DE PRODUCTO (EN MILLONES DE FRANCOS SUIZOS)			
	1985	1984	Cambio en %
Telares	1,122	1,063	+ 6
Calefacción y Aire Acondicionado	838	764	+ 10
Proceso y Refrigeración	309	304	+ 2
Bombas	305	312	- 2
Motores Diesel y Plantas de Energía	296	373	- 21
Tecnología de Papel	296	239	+ 24
Hidráulicas	266	476	- 44
Turbomaquinaria Térmica	258	239	+ 8
Calderas e Ingeniería Nuclear	212	179	+ 18
Locomotoras y Engranajes	188	75	+151
Otros Productos	690	566	+ 24
T O T A L	4,780	4,580	+ 4

Esto indica que toda la división bombas del grupo participó con - el 6.4% del total de pedidos recibidos.

Sulzer cuenta con 9 plantas que manufacturan bombas en los siguientes países: Winterthur-Suiza, Hengelo-Países Bajos, Johannesburgo-República Sudafricana, Bruchsal-Alemania Federal, Sao Paulo-Brasil, París-Francia, Madrid-España, Leeds-Gran Bretaña y México.

Sulzer México colabora con sólo el 6% de las ventas totales de la división bombas mundial.

Pasando a las cifras a nivel nacional se plantean las siguientes:

Año	Ventas Totales	Total de Unidades	Ventas Bombas	Ventas (1) Refacciones
1985	1,667.9	248	1,280.5	387.4
1986	2,171.4	209	1,663.5	507.9
(2) 1987	982.7	58	459.4	523.3

En millones de pesos

(1) Se considera en este punto los pedidos por servicio.

(2) Hasta Junio/87.

En cuanto a los modelos con mayor índice de venta, no siendo forzosamente los más caros se tiene:

VENTAS EN UNIDADES POR MODELO				
Modelo	1984	1985	1986	1987 (1)
MBA 32	67	6	10	9
HCP 15.6 1/2	29	12	22	8
HCP 13.5	17	17	14	5
HCP 11.4	13	11	6	1
HPK 13	7	4	11	2
HPK 11	10	7	14	4
HZ 52	10	13	6	2
MB 32	79	17	44	13
MC 50	19	14	7	1

(1) Hasta Junio/87

PERSONAL OCUPADO EN EL AÑO

	1985	1986	1987 (1)
Staff	36	44	51
Planta	33	46	43
Total	69	90	94

(1) Hasta Junio/87

Estas cifras revelan en buena parte cuales son las características de la empresa estudiada y servirán de apoyo para conformar -- los criterios de integración del departamento de ingeniería industrial.

CAUSAS COMUNES QUE OCASIONAN PROBLEMAS PARA LA MANUFACTURA, VENTA Y SERVICIO DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO:

Manufactura.-- Sulzer cuenta con suficientes medios de producción, modernas máquinas de control numérico para mecanizados y una planta adecuada en capacidad y tamaño, sin embargo sus problemas en - manufactura se presentan primordialmente en los siguientes puntos:

- a) No cuenta con fundición propia.
- b) En ocasiones las fundiciones no proveen a tiempo.
- c) Las compras de partes y equipos periféricos para bombas sufren retrasos y no presentan un seguimiento adecuado.

- d) La planeación y el control de la producción son deficientes.
- e) Los plazos de entrega son muy elevados y dependen de la carga de trabajo de la planta.
- f) La ingeniería en proyectos grandes depende totalmente de la matriz en Suiza.

Venta.- Sulzer ha alcanzado sus presupuestos de venta de 1984 a 1986, sin embargo, los pronósticos presentan cada vez más dificultad para elaborarse debido a las variaciones del mercado nacional. Sus problemas más relevantes son:

- a) Los montos perdidos por retraso en las entregas, ya sea por penalización o no escalación de precios exceden el 20% del monto total conseguido.
- b) Los tiempos solicitados de prórrogas para la entrega de equipos son del 80% adicional al pactado, en los pedidos de gran magnitud.
- c) Suspensiones temporales, parciales o totales de los proyectos del gobierno relacionados con esta industria.
- d) Exceso de recotizaciones fundamentalmente por lo expuesto en el inciso anterior.
- e) Proyectos detenidos, olvidados, carentes de presupuesto, poco crecimiento real o expansión de la industria en general.
- f) Fuerte competencia (mucha oferta, poca demanda).
- g) Equipo sofisticado técnicamente que dificulta su venta.
- h) Precios altos en relación a la competencia.

Servicio.- En este punto se considera también la venta de refacciones. Sus problemas principales son:

- a) Aparición en el mercado de refacciones no genuinas.
- b) Poco conocimiento del manejo de los equipos por los usuarios.
- c) Altos precios en reparaciones y refacciones.
- d) Largos tiempos de entrega en refacciones.

Analizando y resumiendo los problemas presentados en cada sector se observa lo siguiente:

- 1.- Fundición.- Según un estudio realizado en torno a la posibilidad de instalar una pequeña fundición propia, Sulzer ha observado que el costo sería muy elevado; esta gran inversión requeriría de 40 a 50 años para amortizarse, lo que hace -- prácticamente imposible la instalación de la misma. Esto, - explica, en parte, el porqué sólo la compañía Peerles-Tisa - tiene una pequeña fundición, mientras el conjunto de empre-- sas contrata este servicio.

A lo anterior se suman los siguientes problemas:

- Falta de experiencia en el campo de la fundición.
- Mayor contratación de personal especializado.
- Desconocimiento del mercado proveedor de materias primas.
- Se tendría que recurrir a fundiciones grandes para pedidos de bombas de gran tamaño y/o con materiales especiales.

- Producción de bajas series con gran cantidad de modelos distintos.

- 2.- Ingeniería.- La empresa no puede desligarse de la casa matriz, debido a que en ésta se concentran todos los estudios de hidráulica, para el desarrollo de nuevas líneas y mejoramiento de las actuales, además que Sulzer México no cuenta con desarrollo tecnológico propio en ninguna línea de bombas.
- 3.- Proyectos de Gobierno.- La grave crisis que sufre actualmente el país, ha repercutido con mayor fuerza en el sector público, que a su vez es el mercado potencial de todas las industrias de bombeo estudiadas; este problema no es posible resolverlo mediante acciones internas de la empresa, ya que es de orden nacional, en su caso podrán elaborarse planes de penetración que permitan que aún existiendo contracción en el mercado, Sulzer obtenga mayor porcentaje de los escasos pedidos del sector público.
- 4.- Sofisticación del Equipo.- El diseño propio de los equipos exige una relativa sofisticación que repercute en problemas para los usuarios. Este punto no es posible atacarlo, ya que como se ha explicado antes Sulzer México no cuenta con desarrollo tecnológico propio.

5.- Compras, Seguimiento y Tiempos de Entrega.- Los 4 puntos anteriores no se pueden solucionar con acciones sencillas, sin embargo, todos los puntos referentes al seguimiento en compras, control de la producción, plazos de entrega, carga de trabajo, montos perdidos por retrasos, solicitud de prórrogas, la fuerte competencia, precios altos, las refacciones no genuinas y los tiempos de entrega largos para refacciones, se pueden solucionar, en gran parte, con la aparición de un departamento que con ideas claras y acciones sencillas proponga alternativas viables de solución.

Al tener un seguimiento correcto en compras y de control de producción, con cargas de trabajo normales dentro de la planta. Sulzer podrá disminuir, considerablemente, los plazos de entrega de los equipos, perderá menores cantidades de dinero por retraso, ganando la confianza de sus compradores al no solicitar prórrogas, su competencia será menor, ya que -- sus equipos estarán en campo a tiempo y con la justa calidad requerida, sus precios reducirán al disminuir sus costos de producción; con tiempos cortos de entrega podrá desplazar -- las refacciones no genuinas, que aparecieron en el mercado -- apoyadas en gran parte por sus cortos tiempos de entrega, lo que al cliente le significa la parcial pero pronta solución de sus problemas.

Lo expuesto puede parecer una utopía visto de una forma severa, -- sin embargo, será posible mediante la integración de un departa--

mento de ingeniería industrial que se enfoque principalmente al -
mejoramiento de los puntos anteriores.

CRITERIOS GENERALES Y PARTICULARES PARA LA INTEGRACION DE EL DE-
PARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL:

Se hace en este punto la división de criterios generales y parti-
culares para no proponer criterios solamente aplicables a una em-
presa, sino que lo sean en buena parte para el conjunto. De esta
división se tienen los siguientes:

I Los criterios generales para la integración del departamento -
de ingeniería industrial dentro de la empresa son:

1.- Importancia del departamento dentro de la empresa:

La empresa y su organización interna, están formadas para
lograr objetivos específicos y el departamento es neces-
ario e importante para regir la organización de producción
interna, vigilando que cada subdepartamento alcance los -
objetivos que le han sido asignados, y proponiendo las me-
joras necesarias a los departamentos que así lo requieran.

2.- Técnicas de la ingeniería industrial:

El departamento, una vez instalado, deberá aplicar las so-
luciones científicas, analizando hechos, formulando con-
clusiones de tanteo, comparando y ensayando alternativas.

También sacará conclusiones y hará recomendaciones aún -- cuando éstas no apliquen como técnicas propias de la ingeniería industrial.

3.- División por secciones:

El departamento englobará los puntos críticos que afectan a la productividad actual en los siguientes sectores de la producción:

- a) Recursos Humanos
- b) Equipo
- c) Materiales

Dando principal atención al sector en donde se engloben - mayor número de puntos críticos.

4.- Objetivos básicos del departamento:

- a) Establecerá métodos que controlen los costos de producción.
- b) Desarrollará programas para reducir dichos costos.

Los métodos y programas serán aplicados por la dirección de línea operativa.

Entre sus actividades realizará estudio de tiempo, de métodos y establecerá planes de incentivos salariales. Se-

rá responsable de la aplicación y precisión de los programas que establezca.

Definirá el papel y la responsabilidad de cada participante, coordinando una labor de conjunto.

5.- Relaciones operativas con otros departamentos y divisiones:

En este criterio se requiere de la concientización del -- grupo de departamentos que conforman la empresa, ya que -- sólo con su colaboración se podrá determinar correctamente la estructura y el lugar que ocupará el nuevo departamento.

Por otra parte la responsabilidad evidente y específica -- del departamento de ingeniería industrial, enlazando su -- labor en la división de producción con las demás divisiones, tiene la responsabilidad de los efectos de sus recomendaciones más allá del sector estudiado. El departamento buscará también alcanzar los siguientes puntos:

- 1) Procurar cambios que no solamente benefician a departamentos ajenos al de producción, sino que, a su vez, refuercen la acción decidida en el departamento de -- producción.
- 2) Procurará que el valor de una mejora originada en la división de producción, no sólo compense los problemas y costos adicionales que origine otra división, -- sino que las acciones recomendadas resulten benéficas

para la empresa en conjunto y que además tengan oportunidad de ser aceptadas operando dicho departamento lo más objetivamente posible.

6.- Objetividad de acción:

- a) Al resolver un problema el departamento de ingeniería industrial deberá anotar y valorar objetivamente los puntos de vista de todos los departamentos afectados. Al exponer sus recomendaciones apoyará la acción en sanos razonamientos que demuestren que la proposición expuesta ofrece la mejor solución posible.
- b) Deberá estar preparado para discutir los puntos de vista basados en prejuicios, y tratarlos en comprensión pero con firmeza. Si el departamento ha logrado la confianza de la dirección, deberá estar en condiciones de explicar el fundamento falso de aquel prejuicio y en ningún caso ridicularizará a su autor.
- c) Si bien el departamento nunca deberá prescindir arbitrariamente de la opinión de la dirección operativa, no deberá perder de vista que su principal misión es la de cimentar la operación conjunta de la empresa. Esto puede requerir, algunas veces, que el departamento actúe en contra de los deseos de los jefes de producción.

El comportamiento de los miembros del departamento será decisivo para su éxito, por lo que tales miembros deberán operar en forma seria, profesional, objetiva y honesta.

7.- Promoción de buenas relaciones con el personal:

Para lograr buenas relaciones con el personal de otros departamentos, los integrantes del departamento de ingeniería industrial deberán recurrir entre otras acciones a -- las siguientes:

- 1) Reconocerán el papel de servicio inherente al departamento, esto se logrará cuando el departamento esté -- convencido de su posición dentro de la empresa.
- 2) Apartarse de las políticas internas. En ocasiones -- los miembros del departamento verán los problemas a -- resolver, en forma complicada por una política interior, deberá entonces ser objetivo tanto en su actitud como en la acción para no perjudicar su futura -- eficiencia y aceptación.
- 3) Respetar las prerrogativas de la dirección de la --- "línea".

En su servicio deberá actuar a través de la gerencia de producción o de línea. Antes de emprender cualquier estudio, en cualquier departamento deberá consultar - al gerente de producción, explicar el objetivo de su proyecto y pedir ayuda.

De esta forma el gerente o jefe de producción participará en el proyecto eligiendo al personal y equipo -- que proceda y dará todas las órdenes precisas para -- llevar a cabo el estudio.

- 4) Concederá el crédito apropiado a las colaboraciones. El ingeniero industrial procurará conceder confianza y apoyar a las personas que contribuyan al mejoramiento de los sistemas con sanas recomendaciones. Dando les el crédito que merezcan y sin atribuirles como recomendaciones propias.

8.- Servicio Esperado:

En el departamento de ingeniería industrial, el jefe deberá esforzarse en mantener unidad y coordinación para que el departamento funcione correctamente bajo un plan de -- trabajo que realice todos los servicios que los demás departamentos esperan del mismo.

II Los criterios particulares para la integración del departamento de ingeniería industrial dentro de la empresa son:

- 1.- Las personas integrantes del nuevo departamento conocerán la organización Sulzer de una forma integral, que les permita evaluar el grado de dependencia o avance con respecto a las empresas del grupo internacional, no sólo de la división bombas.
- 2.- Procurará un incremento en la productividad que haga resaltar a la empresa dentro de su división mundial. Si el mercado no lo permite en cuanto al monto de ventas anuales, si en productividad-hombre, de tal forma que reanime las

acciones de la corporación hacia la filial de México.

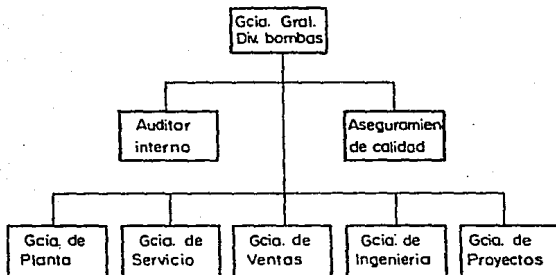
- 3.- Ayudará al departamento de ventas en forma indirecta, proporcionándole las facilidades en los tiempos de entrega - que el mercado exige para ciertos modelos de bombas.
- 4.- Analizará y planteará alternativas en la manufactura de los equipos que se manejan en mayor cantidad, utilizando para esto los diagramas de flujo, de recorrido, de hombre máquina, llevando a cabo la toma de tiempos, para la estandarización de tiempos "tipo" en maquinados u operaciones altamente repetitivos y echando mano de cualquier técnica de la ingeniería industrial aplicable a tales procesos.
- 5.- Analizará, si la cantidad y calidad de obreros es la adecuada y en su caso propondrá medidas que a su vez ofrecen planes de incentivos salariales al personal que así lo amerite.
- 6.- En la manufactura dedicará su mayor esfuerzo a la reducción de los tiempos de entrega de los equipos, también planteará la correcta planeación y control de la producción para que los materiales se encuentren en la calidad y cantidad adecuada, en el momento justo de su necesidad, al menor costo posible.

- 7.- Propondrá técnicas de requisición y seguimiento para el - correcto funcionamiento del departamento de compras. Agi- lizando las entregas y obteniendo el mayor rendimiento de los proveedores en todos los sentidos.
- 8.- Analizará los cuellos de botella que ocasionan grandes -- cargas de trabajo en ciertos sectores, procurando una car- ga uniforme y continua en la planta.
- 9.- Seguirá de cerca los proyectos que han solicitado prórro- ga para su entrega, procurando entregar en el tiempo pac- tado y evitando así una nueva solicitud de prórroga.
- 10.- Propondrá todo género de alternativas que ayuden al decre- mento de los costos de producción, ayudando así a reducir los costos finales y haciendo más competitivos los precios de venta en el mercado.
- 11.- Realizará un monitoreo, primero revisando los puntos de - mayor problema, segundo revisando el avance de solución - alcanzado sobre los puntos críticos que estudió en un prin- cipio y tercero volviendo a atacar los puntos no solucio- nados corrigiendo las soluciones propuestas o presentando nuevas soluciones, según sea el caso.

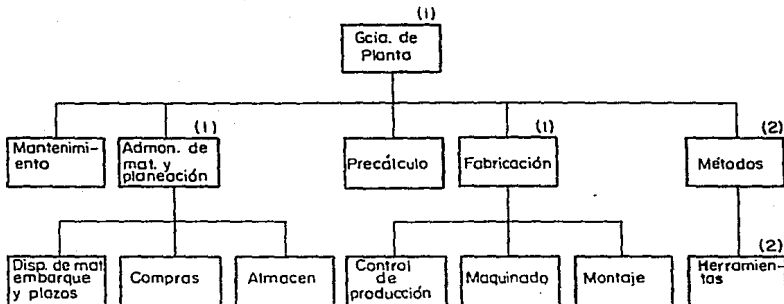
A continuación se plantea el organigrama general de la división - bombas y el organigrama de la gerencia de planta; en el siguiente capítulo se propondrá la alternativa de el nuevo organigrama con

el departamento de ingeniería industrial incluido en él y los comentarios y recomendaciones para lograrlo.

ORGANIGRAMA GENERAL DE LA DIVISION BOMBAS



ORGANIGRAMA DE LA GERENCIA DE PLANTA DE LA DIV. BOMBAS



C A P I T U L O I V

TECNICAS APROPIADAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MUESTRA

C A P I T U L O I V

TECNICAS APROPIADAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MUESTRA

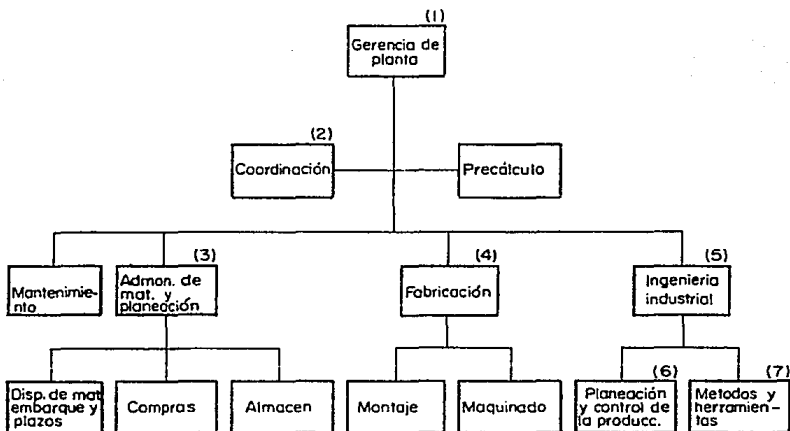
En este capítulo se describirán algunas técnicas que, basadas en los criterios del capítulo anterior, podrán mejorar la empresa seleccionada como muestra del conjunto de empresas manufactureras de bombas. Tales técnicas forman un MODELO de posibles soluciones que el departamento de ingeniería industrial podría proponer aunque no sean, forzosamente, técnicas de la ingeniería industrial, ya que, como se describió, las soluciones propuestas por el departamento van más allá de la ingerencia directa del sector de producción estudiado y pueden hacer sugerencias sobre cualquier parte de la organización.

Otro aspecto a considerar es que resultaría impráctico describir todos los estudios que debe realizar el departamento en un capítulo, es por ello que en éste, tal como ha sido mencionado, se presentan sólo algunas posibles mejoras que atañen a la muestra y -- muy probablemente al conjunto.

I Como primer punto, se sugiere la reordenación del organigrama actual para dar cabida al nuevo departamento de ingeniería industrial, esto como una respuesta a la problemática que presenta la actual organización, en donde se observa que varios puestos son ocupados por una sola persona, ocasionando una falta de seguimiento a sus labores y consecuentemente su influencia

en los problemas mencionados como principales de cada sector.

PROPOSICION DEL NUEVO ORGANIGRAMA DE LA GERENCIA DE PLANTA



En la proposición aparecen 7 cambios fundamentales los cuales se describen a continuación:

- 1.- El gerente de planta ya no tendrá a su cargo el puesto de administración de materiales y planeación, que podrá ser ocupado por la persona más capacitada que de tiempo atrás ha colaborado con el gerente en dicho puesto, esto preten de que el gerente funcione más en el sentido de adminis--trador y coordinador y no tanto como operativo, dándole - así el tiempo que requiere para tales funciones.

- 2.- El subdepartamento de coordinación aparecerá como nuevo - dentro del organigrama bajo los siguientes principios:

./.

- Objetivo del Cargo.- Garantizar que los plazos de entrega de pedidos de bombas, de refacciones y de partes para existencia sean cumplidos, minimizando los costos necesarios para este fin.

- Tareas del Cargo.- Planear y controlar el procedimiento de los pedidos conforme a las prescripciones del -- plan de 7 fases, utilizado comunmente. (El plan de 7 fases es un sistema propio de la empresa Sulzer). Para los casos de proyectos especiales de gran magnitud se encargará de la planeación y control de las actividades fuera de la planta.

Calculará bimestralmente la carga de producción y montaje, solicitando las medidas necesarias para equilibrarla con las capacidades de producción disponibles.

Planeará y controlará la facturación.

Responderá al departamento de ventas las consultas de plazos de entrega solicitados.

Elaborará las estadísticas mensuales y bimestrales.

Realizará las juntas de planeación, diariamente la de planta y la de coordinación semanalmente.

- Ayuda.- Sus actividades irán de acuerdo a los estudios y propuestas del departamento de ingeniería industrial. En su caso, solicitará al mismo estudie y proponga alternativas en los puntos que considere más críticos.

3.- El departamento de administración de materiales y planeación será operado, como ya se mencionó, por una persona -

ajena a la gerencia de planta y será seleccionada dentro de las que anteriormente laboraban en dicho puesto en -- coordinación con el gerente. Sus funciones serán las establecidas a la fecha, además reportará sus actividades a la gerencia de planta y actuará en apoyo a las señales o requerimientos del subdepartamento de coordinación. Asimismo, solicitará y/o recibirá apoyo de estudios y soluciones de parte del departamento de ingeniería industrial. Procurará un mejor seguimiento en compras y disposición - de materiales.

- 4.- La fabricación seguirá a cargo del actual gerente de planta, el cual controlará los maquinados y montajes de las partes, sin embargo, el anterior subdepartamento de control de producción ya no estará a su cargo. Su labor consistirá principalmente en asesorar los maquinados que no sean comunes también planeará las formas de montajes de equipos no estandarizados, proyectos nuevos de gran magnitud y/o aquellos elaborados con materiales especiales.

- 5.- El departamento de ingeniería industrial aparece como nuevo dentro del organigrama. Se regirá bajo los principios mencionados en el capítulo anterior. Su aparición deberá ser anterior por lo menos en un par de meses, al subdepartamento de coordinación, de tal forma, que para cuando éste último se integre al organigrama, tenga como base de ayuda los resultados de los primeros estudios y mejoras -

establecidos por el departamento de ingeniería industrial. Tendrá a su cargo los subdepartamentos o secciones de planeación y control de la producción (P.C.P.) junto con el de métodos y herramientas.

En su trabajo como coordinador con P.C.P. hará propuestas que garanticen el buen control de la producción en total colaboración con el subdepartamento de coordinación y con el departamento de administración de materiales y planeación. Solicitándole a éste último todos los materiales, embarques, compras y disposición de almacén que requiera para cumplir sus programas.

Por otra parte, en coordinación con el subdepartamento de métodos, logrará establecer estándares, tiempos tipo, planes en el manejo de herramientas, economía de mecanizados y estará al pendiente de los requerimientos de pastillas de corte, buriles, portaherramientas y todo elemento referente al uso de las máquinas herramientas. Asimismo, elaborará los nuevos programas para las máquinas de control numérico, de las piezas que así lo requieran, archivará y controlará todos los programas ya en existencia, al igual que los dibujos de modelos referentes a todos los tipos - de bombas.

Todo lo anterior, se hará en base a los programas presentados por el subdepartamento de coordinación, pretendiendo sobre todo la estabilidad de carga en la planta y la - reducción de tiempos de entrega.

6.- El subdepartamento de P.C.P. antes mencionado como control de producción trabajará en base al siguiente programa:

- a) Coordinación recibe orden de trabajo de ventas.
- b) Coordinación determina plazos parciales en la llamada ficha de acompañamiento de las órdenes trabajo.
- c) P.C.P. manejará entonces el archivo de plazos.
- d) P.C.P. tramitará pago de anticipo si el programa del comprador así lo amerita, esto, en coordinación con el departamento de crédito y cobranza.
- e) P.C.P. realiza seguimiento de ingeniería, calidad y materiales.
- f) P.C.P. hace seguimiento de proveedores según lista de pendientes a través de posición de materiales.
- g) P.C.P. inicia fabricación y realiza seguimiento.
- h) P.C.P. inicia montaje una vez terminada la manufactura.
- i) Ingeniería coordina pruebas de las bombas, con P.C.P. en los casos que se requieran.
- j) Calidad coordina las inspecciones de proveedores con P.C.P.
- k) Disposición de materiales tramita el embarque de la mercancía. Envía remisión al cliente y los comprobantes necesarios a cobranza.
- l) Cobranza tramita facturación en coordinación con disposición de materiales, observando la seriedad crediticia del cliente y deteniendo en su caso los embarques.

- m) Ventas, archivará los papeles que finiquitan la operación, recibiendo los tanto de disposición de materia--les, como de crédito y cobranza.

7.- El subdepartamento de métodos y herramientas cumplirá las funciones que normalmente realizaba, como departamento de métodos, sin embargo, toda su acción será canalizada al - departamento de ingeniería industrial, en operación ligada estrechamente al subdepartamento de coordinación.

Los comentarios y recomendaciones para lograr los cambios propuestos, de forma que estos no presenten graves problemas son los siguientes:

- a) Al gerente de planta habrá de mostrarsele que el hecho de desligar un departamento como lo es el de administración de materiales y planeación, será benéfico para dar tiempo a sus actividades administrativas. - Presentándolo no como una falta de capacidad sino como una ayuda a su puesto y de esta forma encausar más -- sus conocimientos a la fabricación.
- b) Coordinación, deberá implantarse como ya se mencionó, poco tiempo después de haber realizado la integración del departamento de ingeniería industrial, para que - éste último lo fundamente y apoye.
- c) El actual personal del departamento de métodos puede sentirse desplazado a un nivel inferior, por ello, deberá estudiarse la posibilidad de que la persona ---

al mando ocupe el nuevo puesto de ingeniería industrial. En otro caso es factible una intervención por parte de la gerencia de planta, que explique razonablemente el cambio de puestos, demostrando que no se pretende la interferencia en sus funciones actuales y argumentando que métodos y herramientas son manejados por la misma persona.

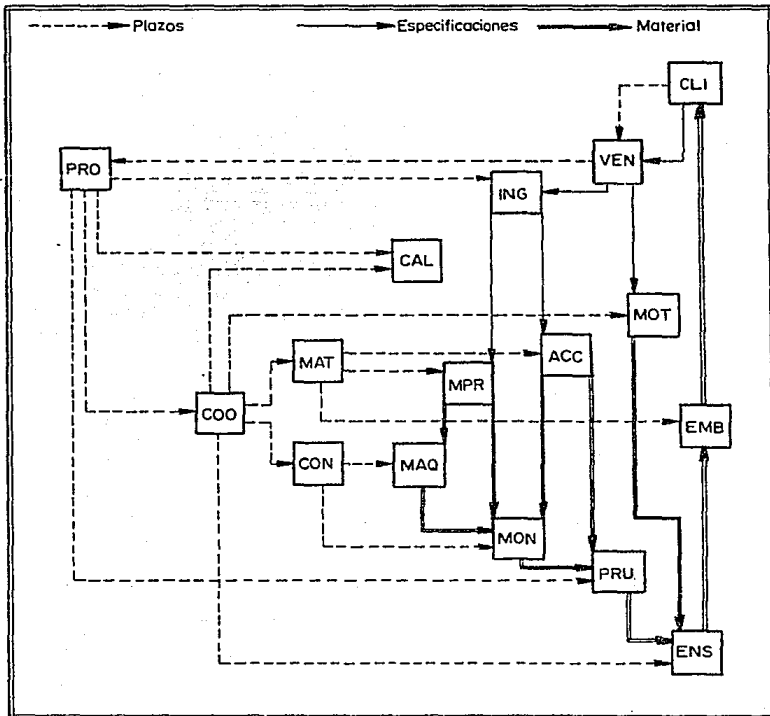
- d) Los cambios presentados obedecen también a la nacionalidad del gerente de planta, el cual en su carácter de extranjero y aún con su larga trayectoria dentro de la empresa, no ha logrado integrarse a la idiosincrasia nacional, dificultando esto su labor para lograr los seguimientos tan rígidos que se deben tener con los proveedores mexicanos, y también su labor en el trato con los compradores, los cuales en ocasiones exigen demasiado.
- e) Será, desde luego necesario recapacitar si la alternativa aquí presentada es viable, en caso de obtener fallo a su favor habrá entonces que delinear los nuevos puestos detalladamente, describiendo el perfil de los ocupantes de cada puesto, incluso meditando sobre el carácter del individuo que los ocupará, todo bajo una misma filosofía de avance y superación que penetre en línea a la organización desde los puestos gerenciales.

II Como segundo punto se sugiere un diagrama que ejemplificará -- fácilmente el orden que deberá seguir el proceso de compra-ven

ta de uno o varios equipos de bombeo.

Este segundo punto reafirma el orden propuesto de la anterior descripción, sin considerar al departamento de ingeniería industrial.

CONTROL DE PLAZOS SUGERIDO



CLI.- Cliente	MAQ.- Maquinado
VEN.- Ventas	MPR.- Provedore de Materia Prima
ING.- Ingeniería	ACC.- Proveedor de Accesorios
CAL.- Aseguramiento de Calidad	MOT.- Proveedor de Motores
PRO.- Proyectos	MON.- Montaje
COO.- Coordinación	PRU.- Pruebas de Bombas
MAT.- Admón. de Materiales y Planeación	ENS.- Ensamblaje
CON.- Control de Producción	EMB.- Embarque al Cliente

Como se observa, el diagrama presenta el flujo de información de plazos, especificaciones y materiales dentro y fuera de la empresa, en forma breve y clara, sin embargo, se debe estar -- consciente que no es fácil coordinar que todas las acciones se realicen oportunamente. El flujograma es una de las muchas al ternativas que se pueden proponer para el control de tiempos - de entrega. En éste se ha omitido la integración de un departamento de ingeniería industrial y sólo se ha supuesto un departamento coordinador.

El mostrar una alternativa sin departamento de ingeniería industrial sirve para enfatizar que aún existiendo el departamento de coordinación, éste requerirá de propuestas de soluciones a los problemas que enfrente su labor coordinadora, ya que no -- basta coordinar las acciones, es necesario plantear alternativas y mejoras de los sistemas que no estén operando cabalmente.

Tales alternativas y mejoras sólo pueden ser propuestas por un departamento con criterios y técnicas propias, con facultad para intervenir y señalar los puntos críticos que dificultan la acción conjunta de todos los departamentos.

El flujograma sólo podrá funcionar, responsabilizando a cada parte de su labor y aplicando acciones correctivas en los incumplimientos.

III Como tercer punto se sugiere realizar los diagramas de:

- Operación de Proceso
- Flujo de Recorrido
- Proceso Hombre-Máquina que actualmente operan en el maquinado de un impulsor.

Y posteriormente poner las mejoras a dichos diagramas.

Esta tarea bien puede ser realizada por el departamento de ingeniería industrial o el subdepartamento de métodos, aún cuando en la actualidad no se realice.

Para que el estudio sea representativo se ha seleccionado la pieza que con mayor demanda se trabaja desde los últimos 3 años. Esta pieza es el impulsor para los modelos de bomba MBA 32 y MB 32, la única diferencia entre ambos modelos radica en que el modelo MBA 32 carece de dispositivo de compensación de empuje axial, y su primer impulsor tiene la entrada un poco --

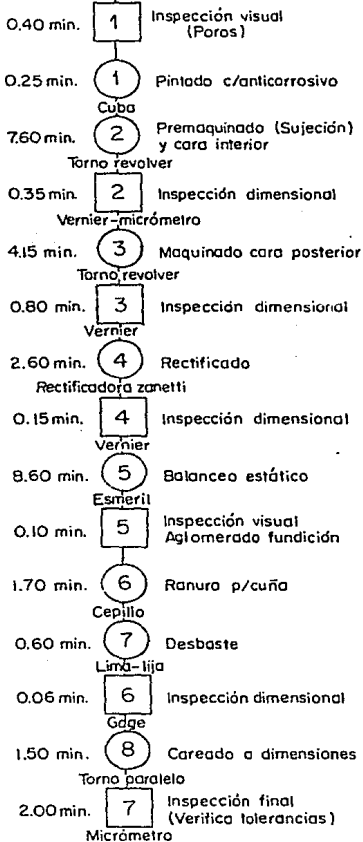
más larga que los otros impulsores, las demás dimensiones permanecen iguales. Los impulsores siguientes al primero son todos iguales para ambos modelos. Cada bomba puede variar desde 2 hasta 14 impulsores, siendo 7 el promedio por bomba. Además es el impulsor con mayor venta como refacción.

Para registrar los detalles del proceso de maquinado de impulsores para bombas modelos MBA 32 y MB 32, se realiza el diagrama de proceso de la operación. En éste se especifican las operaciones, inspecciones, entradas de material y flujo de la pieza con el fin de realizarlos más fácilmente. (Ver siguiente diagrama).

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

Nombre de la pieza: Impulsor MB-MBA 32 Diagrama del metodo: Actual
 Objeto del estudio: Economizar actividades Departamento: Ingría. Industrial
 No. de pieza: 104-048-901-000 Diagrama: L. O. R. Diagrama No.: 1
 Proceso: Maquinado Fecha: 20. Jul. 87 Hoja: 1 de: 1

Impulsor de H.G. $\phi 132$ mm.
 Espesor 42mm. (Fundición)



RESUMEN:		
EVENTO	Na	TIEMPO
Operaciones	8	27.0 min.
Inspecciones	7	3.86 min.

El segundo diagrama que se presentó es el de flujo de recorrido, en él se especifican las operaciones, inspecciones, transportes, almacenamientos, demoras o retrasos y actividades combinadas que sufre el impulsor en el recorrido de su manufactura, con el fin de que los eventos se realicen en la forma más breve, fácil y con el menor número de movimientos. (Ver siguiente diagrama).

DIAGRAMA DE FLUJO DE RECORRIDO

Nombre de la pieza: Impulsor MB-MBA 32 Diagrama del metodo: Actual Fecha: 21. Jul. 87

Objeto del estudio: Economizar Tiempo y movimiento Departamento: Ingría. Industrial

No. de pza.: 104-048-901-000 Diagrama: L.O.R. Digráma No.: 1

Comienza: Revisión de fundición Termina: Almacen temporal Hoja: 1 de: 1

Dist. (mts.)	Tiempo (min.)	Simb.	Descripción del proceso	Dist. (mts.)	Tiempo (min.)	Simb.	Descripción de proceso
—	0.40	1	Inspección visual (Poros)			β	
—	0.25	1	Pintado anticorrosivo	—	0.06	6	Inspección dimensional
19.5	0.50	1	Almacen temporal exterior	15.0	0.40	7	Torno paralelo 1001 / 1002
—	—	∇	Hasta requisición	—	1.50	8	Careado a dimensiones
42.0	2.50	2	Area de material para maquinado	—	2.00	7	Inspección final (Verificar tolerancias)
—	—	∇	Hasta requisición	35.0	1.80	8	Almacen de producto terminado
16.0	0.40	3	Torno de premaquinado	—	—	∇	Hasta requisición reparación, ensamb. o refacc.
—	7.60	2	Premaquinado (Sujeción) y cara interior				
—	0.35	2	Inspección dimensional				
—	4.15	3	Maquinado cara posterior				
—	0.80	3	Inspección dimensional				
8.0	0.30	4	Rectificadora zanetti				
—	2.60	4	Rectificado de diametro exterior				
—	0.15	4	Inspección dimensional				
16.5	0.40	5	Banco				
—	8.60	5	Balanceo estático	RESUMEN			
—	0.10	5	Inspección visual Aglomerado de fundición	EVENTO	No.	TIEMPO	DISTANCIA
3.5	0.10	6	Cepillo	Operaciones	8	27.00	—
—	1.70	6	Ranura para cuña	Inspecciones	7	3.86	—
—	0.60	7	Desbaste	Transportes	8	6.40	155.5
		β		Almacenamiento	3	Intermedio	—
				Demoras	—	—	—
				Actividades combinadas	—	—	—

Como tercer diagrama se presenta el de proceso hombre-máquina, en éste, se observan los tiempos activos y ociosos de la máquina y su operador. Para tal efecto se ha seleccionado el maquinado completo que se le da al impulsor, pero sólo en la máquina torno revolver, esperando que ejemplifique a los demás maquinados. (Ver siguiente diagrama).

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE - MAQUINA

Nombre de la pieza: Impulsor MB-MBA 32 Máquina: Torno revolver (Pittler) Fecha: 21. Jul. 87
 Proceso: Maquinado p/sujeción, interno y cara posterior Diagrama del metodo: Actual
 Objeto del estudio: Reducción de tiempo ocioso Departamento: Ingrid. Industrial
 Comienza: Cargar máquina p/tornear Termina: Descargar impulsor maquinado Diagramó: L.O.R.

<u>DESCRIPCION DE ELEMENTOS</u>	<u>OPERADOR</u>	<u>TORNO PITTLER</u>
Monta impulsor, quita freno y arranca	0.95 min.	
Acerca manualmente y deja automático	0.63 min.	0.96 min.
		Desbaste interior y exterior 2.76 min.
Mueve herramienta, saca carro, gira herramienta acerca manualmente	1.30 min.	0.20 min. 0.90 min.
Mueve herramienta, saca carro y gira herramienta	1.08 min.	
Saca carro, para máquina y retira impulsor	0.50 min.	Chaflan + radio 0.58 min.
Cambia mordazas duras por suaves a diámetro menor, cambia herramienta y arranca	7.50 min.	
Monta impulsor y acerca manualmente	0.30 min.	0.30 min.
Saca carro y cambia herramienta	0.55 min.	Careado longitudinal y transversal 2.5 min.
Carea y hace chaflan visualmente	1.60 min.	Careado y chaflan 1.60 min.
Saca carro, cambia herramienta y desmonta impulsor	0.50 min.	

RESUMEN DE DIAGRAMA HOMBRE-MAQUINA	
Tiempo ciclo total	(T.C.T.) 21.65 Min.
Tiempo productivo del operador por ciclo	(T.P.O.) 14.91 Min.
Tiempo improductivo del operador por ciclo	(T.I.O.) 6.74 Min.
Tiempo productivo de máquina por ciclo	(T.P.M.) 9.80 Min.
Tiempo improductivo de máquina por ciclo	(T.I.M.) 11.85 Min.
% Utilización operador = $(\text{T.P.O.} / \text{T.C.T.}) \times 100$	% U op 68.86 %
% Utilización máquina = $(\text{T.P.M.} / \text{T.C.T.}) \times 100$	% U m 45.26 %

Para cada uno de los diagramas del método actual, se presentan los métodos propuestos, los cambios que se manifiestan son en relación uno a uno, es decir, que no se consideran los tres -- diagramas en secuencia, solamente a cada uno de ellos se le -- propone un método nuevo, se justifican los cambios y se puede no alterar los demás diagramas. Este procedimiento es necesario, ya que el diagrama de operaciones de proceso es en realidad el resumen de un lote de 87 impulsores, el diagrama de flujo de recorrido es general tanto para lotes que van desde 5 -- piezas como los de 200 y el diagrama hombre-máquina es el análisis de la operación de maquinado de un impulsor en una sola máquina, éste último sucede cuando se exige una pieza por urgencia. Si por el contrario, consideráramos que cada diagrama fuera un estudio continuo del mismo proceso y con las mismas - características, se debería entonces, alterar con las propuestas de un diagrama los siguientes.

Para el caso del diagrama de operaciones de proceso que corresponde a lotes de impulsores, se proponen las siguientes alternativas:

- a) Evitar la inspección de dimensiones No. 2 y pasarla hasta el final de la operación No. 3. Este cambio reduce tiempo al inspeccionar en una sola ocasión las dimensiones de 2 - operaciones anteriores ya que de cualquier forma, el rechazo o aceptación (pasa-no pasa) se realiza hasta después de terminada la operación No. 3, según lo presenta el método que actualmente está operando.

- b) La nueva inspección No. 2 se realiza analizando con vernier y micrómetro las dimensiones de las operaciones Nos. 2 y 3 y reduce su tiempo de 1.15 Min. (suma de 0.35 + 0.80) a -- 0.95 Min. y dando mayor espacio de tiempo para las revisiones que dan los inspectores del departamento de aseguramiento de calidad.
- c) La operación de rectificado puede reducir su tiempo de 2.60 Min. a 1.30 Min. por pieza si en lugar de montar 5 impulsores en un perno, se montan 10. Los pernos para 10 impulsores se pueden manufacturar dentro de la misma empresa a bajo costo, si además se le hace al perno dos sujetadores de extremos con tornillos opresores, éstos servirán para mon-tar en la rectificadora desde uno hasta 10 impulsores.
- d) Otra posible mejora sería realizar la inspección de dimen-siones del rectificado (Inspección No. 4) con un gage o -- escantillones prefabricados en lugar de hacerlo con vernier, lo cual resulta tardado y difícil. Los escantillones se - pueden manufacturar dentro de la empresa a un costo muy reducido y con las tolerancias necesarias (± 0.2 mm) las - cuales no son difíciles de alcanzar. Es además suficiente con un escantillón para la revisión de unas mil piezas; reduciendo el tiempo de 0.15 Min. a 0.06 Min. por pieza.

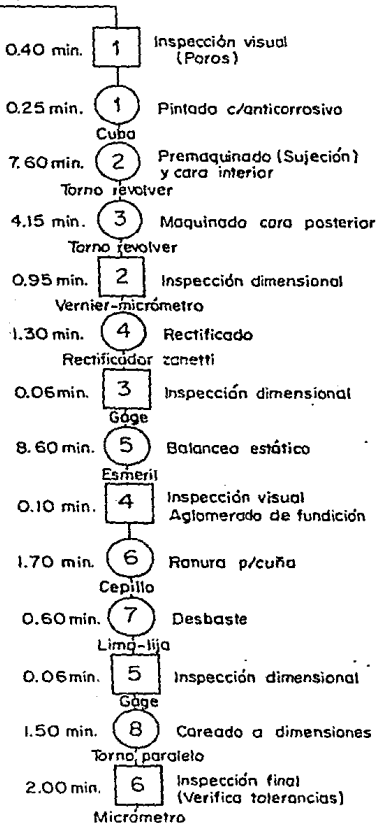
De las anteriores propuestas queda lo siguiente:

(Ver siguiente diagrama).

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

Nombre de la pieza: Impulsor MB-MBA 32 Diagrama del metodo: Propuesto
 Objeto del estudio: Economizar actividades Departamento: Ingria. Industrial
 No. de pieza: 104-048-901-000 Digramó: L.O.R. Diagrama No.: 1
 Proceso: Maquinado Fecha: 27. Jul. 87 Hoja: 1 de: 1

Impulsor de H.G. $\varnothing 132$ mm.
 Espesor 42 mm. (Fundición)



RESUMEN		
EVENTO	No.	TIEMPO
Operaciones	8	25.70
Inspecciones	6	3.57

Para el diagrama de flujo de recorrido se pueden adoptar las - medidas tomadas para el diagrama de operaciones de proceso, es to es posible debido a que ambos ejemplifican lotes de impulso res maquinados. Las alternativas propuestas en los incisos a, b, c y d del diagrama anterior, ya se han explicado y se anexan al diagrama de flujo junto con las nuevas alternativas que son:

- a) Cambiar el transporte No. 1 que normalmente se hace a un - almacén exterior, a un almacén o área de material para ma- quinar. Esto se puede lograr debido a que la máxima canti- dad de impulsores registrada por lote es de 200 y todos -- juntos sólo ocupan el área de una tarima de madera de 70 x 110 cms. Tomando en cuenta que se utiliza la misma tarima para lotes desde 5 piezas hasta los de 200, no será neces rio realizar un transporte al almacén exterior.

Con la propuesta anterior se logra reducir un transporte - innecesario con un consecuente ahorro de tiempo de 6.4 Min. a 4.70 Min. y un ahorro en el manejo de material el cual - recorrerá 117 mts. en lugar de 155.5 mts.

- b) A consecuencia del ahorro en el transporte No. 1 se requie- re un almacenaje menos.

Un censo sobre el movimiento que tienen los impulsores en cuestión, demuestra que el promedio de impulsores a maqui- nar por año es de 880 y de estos quedan 750 impulsores en buen estado, perdiéndose los otros por problemas como poro- sidades, fracturas del material, malos maquinados, etcétera. Esto demuestra que la cantidad de impulsores se puede divi

dir en 4 lotes de 220 unidades y maquinarlos con un promedio de cada 3 meses, manteniendo así cargas equilibradas - de trabajo.

El almacenaje No. 1 puede suprimirse completamente para este modelo de impulsores, quedando como almacenaje No. 1 el anterior almacenaje No. 2.

De las anteriores propuestas queda lo siguiente:

(Ver siguiente diagrama).

DIAGRAMA DE FLUJO DE RECORRIDO

Nombre de la pieza: Impulsor MB-MBA 32 Diagrama del metodo: Propuesto Fecha: 27 Jul. 87

Objeto del estudio: Economizar tiempo y movimiento Departamento: Ingría. Industrial

No. de pza.: 104-048-901-000 Diagramó: L. O. R. Digráma No.: 1

Comienza: Revisión de fundición Termina: Almacen temporal Hoja: 1 de: 1

Dist. (mts.)	Tiempo (min.)	Simb.	Descripción del proceso	Dist. (mts.)	Tiempo (min.)	Simb.	Descripción del proceso
—	0.40	1	Inspección visual (Paros)			P	
—	0.25	1	Pintado anticorrosivo	—	2.00	6	Inspección final (Verificar tolerancias)
23.0	1.30	1 →	Area de material para maquirar	35.0	1.80	→ 7	Almacen de producto terminado
—	—	▽	Hasta requisición	—	—	▽	Hasta requisición reparación, ensamble o refacción.
16.0	0.40	2 →	Torno de premaquinado				
—	7.60	2	Premaquinado (Sujeción) cara interior				
—	4.15	3	Maquinado de cara posterior				
—	0.95	2	Inspección dimensional				
8.0	0.30	3 →	Rectificadora zanetti				
—	1.30	4	Rectificado de diámetro exterior				
—	0.06	3	Inspección dimensional				
16.5	0.40	4 →	Banco				
—	8.60	5	Balanceo estático				
—	0.10	4	Inspección visual Aglomerado de fundición				
3.5	0.10	5 →	Cepillo				
—	1.70	6	Ranura para cuña	RESUMEN			
—	0.60	7	Desbaste	EVENTO	No.	TIEMPO	DISTANCIA
—	0.06	5	Inspección dimensional	Operaciones	8	25.70	—
				Inspecciones	6	3.57	—
				Transportes	7	4.70	117
15.0	0.40	6 →	Torno paralelo 1001 / 1002	Almacenamientos	2	Indeterminad	—
—	1.50	8	Careado a dimensiones	Demoras	—	—	—
		P		Actividades combinadas	—	—	—

El diagrama de proceso hombre-máquina representa el maquinado en el torno Pittler cuando se maquina un impulsor por urgencia; las urgencias son debidas principalmente a las reparaciones, - las cuales requieren de una pronta solución. En este diagrama el principal tiempo muerto lo tiene la máquina y se debe a que el tiempo para cambio de mordazas de diferente tamaño se lleva 7.5 min. es por esto que las recomendaciones para elevar los - porcentajes de utilización del operador y la máquina son:

- a) La tolerancia máxima de la mordaza automática en cuanto a diámetro es de ± 4 mm. Como el diámetro de sujeción (116 mm) difiere del diámetro de la cara posterior (60 mm) por 56 mm, esta diferencia no es posible absorberla por la mordaza automática, sin embargo, con un juego de mordazas tipo media caña las cuales den la diferencia entre ambos diámetros y utilizando la tolerancia de la máquina, será posible eliminar la operación completa de cambio de mordazas. Con este cambio el maquinado será prácticamente continuo. La utilización de las mordazas nuevas puede servir tanto - para series de impulsores como maquinados unitarios. Las mordazas de media caña deberán manufacturarse en material blando por lo menos en las caras de contacto, ya que tocarán las partes previamente maquinadas. Este y otros mecánicos deberán de considerarse para seleccionar el material apropiado al diseño de las nuevas mordazas. Bajo un breve análisis se puede asegurar que las mordazas tendrían un -- costo bajo, serían de fácil manufactura y con sólo una o - dos se podrían maquinar un buen número de impulsores. ---

Otro estudio demuestra que el uso de estas nuevas mordazas requiere sólo 0.45 Min. por cambio en lugar del anterior - tiempo de 7.5 Min.

- b) Otra propuesta para reducción de tiempo ocioso, es que el operador tenga la facultad, otorgada por el departamento - de control de calidad para verificar él mismo sus propios maquinados; ocupando así el tiempo muerto de 2.5 Min. que ocupa la máquina para el careado longitudinal y transver--sal.
- c) En el caso de 2 o más maquinados urgentes, el operador podrá para el segundo ciclo de operación, montar en pernos - los impulsores que ha ido maquinando y prepararlos así para la siguiente operación que es la de rectificado. El -- tiempo que tendrá disponible para verificar las tolerancias del careado longitudinal y transversal y montar en pernos los impulsores, será de 2.76 Min.; que es el tiempo ocupado por la máquina para el desbaste interior. Sin embargo, esto sólo sería posible al repetir el ciclo más de una vez, por lo que no se presenta en el diagrama de proceso hombre-máquina propuesto.

Para demostrar en forma clara los cambios sugeridos, se ha utilizado la misma escala tiempo-longitud usada en el primer diagrama.

De las anteriores propuestas queda lo siguiente:

(Ver siguiente diagrama).

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE-MAQUINA

Nombre de la pieza: Impulsor MB-MBA 32 Máquina: Torno revolver (Pittler) Fecha: 27. Jul. 87

Proceso: Maquinado p/sujeción, interno y cara posterior Diagrama del metodo: Propuesto

Objeto del estudio: Reducción de tiempo ocioso Departamento: Ingría. Industrial

Comienza: Cargar máquina p/ tornear Termina: Descargar impulsor maquinado Diagramó: L.O.R.

DESCRIPCION DE ELEMENTOS

OPERADOR

TORNO PITTLER

Monta impulsor, quita freno y arranca
Acerca manualmente y deja automático

0.95 min.
0.63 min.

0.96 min.
2.76 min.

Desbaste interior
y exterior

Mueve herramienta, saca carro, gira herramienta
y acerca manualmente

1.30 min.

0.20 min.
0.90 min.

Careado

Mueve herramienta, saca carro y gira herramienta

1.08 min.

0.58 min.

Chaffan+ radio

Saca carro, para máquina y retira impulsor
Pone mordazas de media caña y arranca mdq.
Monta impulsor y acerca manualmente

0.50 min.
0.45 min.
0.30 min.

0.30 min.

Verifica dimensiones de desbaste, careado, chaffan
y radio

2.50 min.

2.50 min.

Careado longitudi-
nal y transversal

Saca carro y cambia herramienta .

0.55 min.

Carea y hace chaffan visualmente

1.60 min.

1.60 min.

Careado y chaffan

Saca carro, cambia herramienta y desmonta impulsor

0.50 min.

RESUMEN DE DIAGRAMA HOMBRE-MAQUINA	
Tiempo de ciclo total	(T.C.T.) 14.60 Min.
Tiempo promedio del operador por ciclo	(T.P.O.) 10.36 Min.
Tiempo improductivo del operador por ciclo	(T.I.O.) 4.24 Min.
Tiempo productivo de máquina por ciclo	(T.P.M.) 9.80 Min.
Tiempo improductivo de máquina por ciclo	(T.I.M.) 4.80 Min.
% Utilización operador = $(T.P.O./T.C.T.) \times 100$	% U op 70.95 %
% Utilización máquina = $(T.P.M./T.C.T.) \times 100$	% U m 67.12 %

IV Como cuarto y último punto se sugieren técnicas para el buen - manejo del departamento de compras, en el cual se originan un buen número de problemas.

Las compras industriales deben referirse a la adquisición, en fuentes externas de productos terminados, partes, equipo, materia prima y servicios de fabricación necesarias para la operación de la empresa.

Sobre el personal de compras descansa la responsabilidad de obtener los artículos y servicios de los proveedores en la cantidad y calidad requeridas, a tiempo y al costo más bajo posible.

Este personal debe también tener funciones de asesoramiento, - control, inventarios, oportunidad de compras y elementos de -- costo.

En la empresa el servicio de compras estudiado está claramente subordinado a la producción, es por ello que el subdepartamento de compras reporta a la gerencia de producción o planta.

Para una mejor clasificación de actividades será necesario distinguir las compras en la siguiente forma:

- 1.- Negociación de las compras.
- 2.- Actividades de asesoramiento y servicio.
- 3.- Trabajo de oficina.

Se debe de considerar las compras como una profesión especiali
zada.

Deberán hacerse selecciones de proveedores de confianza para -
el abastecimiento, en carteras divididas por producto. También
será necesario tener presente los casos de proveedores únicos
o especializados. El personal de este puesto tendrá talento -
especial, experiencia en los tratos y espíritu de negociador.

Deberán centrarse en los siguientes elementos:

- 1) Especificaciones claras en cuanto al carácter y calidad de
compras deseadas.
- 2) Cantidad.
- 3) Requisitos de la entrega (tiempo y lugar).
- 4) Precio, incluyendo condiciones de pago.

La calidad es un importante factor en la compra debido que afec
ta al precio y suele limitar el número de proveedores satisfac
torios.

La relación entre cantidad y precio deberá vigilarse; las can-
tidades incrementadas originan la derrama en el gasto inicial,
pero el cumplimiento de un pedido sobre más unidades favorece
los métodos de producción en masa. Los pedidos de urgencia --
suelen significar precios más elevados, por lo que deberán evi
tarse al máximo.

En la negociación deberá perseguirse un precio favorable, tomando en consideración las condiciones de la empresa, las políticas de precio del proveedor, el riesgo y la necesidad real de la compra.

Las decisiones sobre cuánto comprar, no deberán ser fijadas -- por necesidades urgentes, sino por planes y políticas bien establecidas. Para esto será necesario incluir en la política -- de compras entre otros los siguientes criterios:

1ª Compras pobres. - Se refieren a la adquisición de lo necesario para satisfacer sólo las necesidades inmediatas a -- los precios más bajos del momento. Tal compra se hará -- cuando el artículo o servicio se requiere de inmediato y -- para el cual no se observa una demanda continua.

2ª Contrato de compras a largo plazo. - Se aplicará para artículos o servicios con demanda continua y sustancial. Este contrato elimina negociaciones repetidas y ayuda a asegurar una fuente de abastecimiento continua y confiable.

Ayuda también a la determinación de el tamaño económico -- del lote, ya que estabiliza la relación de cantidad-precio durante un período razonable.

Los precios serán menores, debido a que el proveedor está hasta cierto punto seguro de un contrato que permitirá pla

near sus ventas sobre una mayor cantidad de producto.

- 3ª Compra del mercado.- Significa comprar en un momento en -- que los precios parecen ser más bajos para un artículo en particular. Esta compra debe aplicarse a los materiales -- sujetos a fluctuaciones temporales en el precio o cuando -- existen posibilidades de inflación o escasez.

Debe cuidarse el riesgo de una previsión incorrecta, ya -- que la ganancia se desvirtuará por el costo de almacenaje y/o por financiamiento de un gran inventario.

Otro aspecto fundamental que puede estudiar el departamento de ingeniería industrial es verificar todos los sistemas -- o procedimientos que realiza el departamento de compras, -- revisando la efectividad de los formatos o papelería utili zados.

De hecho las recomendaciones anteriores no se practican en el actual subdepartamento de compras, ya que limita sus -- funciones a un servicio prácticamente secretarial, de aquí la falta de seguimiento y control con las órdenes de com-- pra. Ayudado de las recomendaciones anteriores y estable-- ciendo un adecuado perfil del comprador podrá mejorarse -- los problemas de seguimiento y control.

Un posible perfil del comprador es el siguiente:

Un comprador indolente u otro influido por consideraciones per
sonales, puede permitir que continuen las relaciones con un --
proveedor amistoso, mucho después que éste ha dejado de ser --
competitivo.

La frecuente revisión de la condición de los precios y las ne-
gociaciones periódicas, son esenciales para compras eficientes.

Si es conveniente comprar por contrato a largo plazo, las nego
ciaciones para un nuevo contrato deben programarse con unas se
manas de anticipación a la fecha del contrato, para dar tiempo
a cuidadosas investigaciones y a una amplia oferta competitiva.

En los casos en los que los precios sean demasiado bajos, éstos,
pueden indicar error o incompetencia, lo que puede ir seguido
de que el proveedor no pueda entregar a tiempo el producto con
la calidad y cantidad especificadas.

Si un proveedor no obtiene una utilidad justa en un negocio, -
puede verse afectado el servicio que proporciona. Sus precios
subsecuentes pueden verse elevados, quizá más allá del nivel -
de precios de proveedores de más confianza.

El comprador deberá tomar en cuenta varios factores de confia-
bilidad al evaluar a un proveedor.

Deberá entender que es un representante especial de su compañía y sus prácticas de compra afectan la reputación de su empresa.

Debe entenderse que el comprador individual, no es el único que influye en la relación con los proveedores, las normas adecuadas para la aceptación de calidad, una razonable estabilidad de las especificaciones y de los planes de producción afectan el costo de hacer negocios. Por otra parte, el cumplimiento de las obligaciones financieras es una necesidad obvia.

Entre otras actividades el comprador trabajará en base a los planes y programa de producción, respondiendo a las señales correctivas que dará en su caso el departamento de ingeniería industrial. Su relación deberá ser tan estrecha como sea posible a las acciones de ventas y las de producción.

Hasta aquí se presentan algunas alternativas o técnicas apropiadas para mejorar la empresa estudiada, en el entendido de que serán también apropiadas en buena parte para el mejoramiento de cualquier otra empresa del conjunto. Las propuestas que se ofrecen forman un modelo de soluciones el cual se evalúa en el capítulo siguiente.

Las técnicas presentadas pueden ser suprimidas, ampliadas o mejoradas por un departamento de ingeniería industrial real y debe considerarse que lo expuesto, no pretende representar las soluciones al sistema, simplemente ejemplificar en modelo de soluciones que el departamento podría ofrecer a algunos de los problemas que afectan la productividad de la empresa.

C A P I T U L O V
EVALUACION DEL MODELO PROPUESTO EN BASE A
LA PRODUCTIVIDAD

C A P I T U L O V
EVALUACION DEL MODELO PROPUESTO EN BASE A
LA PRODUCTIVIDAD

En el presente capítulo se presentan las evaluaciones que en base a la productividad se lograrían al utilizar las cuatro alternativas presentadas como modelo de soluciones en el capítulo anterior.

Evaluación de la Técnica No. I

La evaluación de la técnica que propone la reordenación del organigrama de la gerencia de planta, es hasta cierto punto subjetiva, ya que no se pueden concluir cifras que demuestren avances numéricos.

Sus logros principales serán:

- 1) El gerente de planta será menos operativo y consecuentemente un tanto más administrador y coordinador. Aplicando más sus facultades como director del personal a su cargo.
- 2) Con un nuevo subdepartamento de coordinación, el cual puede ser ocupado por una sola persona, la planta garantizará hasta cierto punto un correcto seguimiento en los plazos de entrega, eliminando así el problema más grave que enfrenta.
- 3) Las cargas de trabajo en planta serán estimadas, procurando su continuidad.

- 4) El departamento de administración de materiales y planeación, junto con sus subdepartamentos serán coordinados por una persona con experiencia, que dedicará todo su tiempo a dichas actividades, reportando al gerente de planta.
- 5) La fabricación, el montaje y maquinado seguirán siendo atendidas por el gerente de planta en forma directa, utilizando así las mejores aptitudes del actual gerente en estas áreas.
- 6) El departamento de ingeniería industrial, el cual puede ser ocupado por un sólo hombre dará apoyo, señalará puntos de falla y presentará señales correctivas a todos los sectores de la gerencia de planta y si la situación lo requiere en sectores diferentes a dicha gerencia.
- 7) El cambio de subdepartamento de control de producción a planeación y control de la producción supone no sólo un cambio de nombre sino de estructura y filosofía. Con este subdepartamento a cargo de ingeniería industrial, se logrará que exista total congruencia entre los requerimientos de materiales, embarques, compras y disposición en almacén con respecto a los planes de fabricación.
- 8) Los subdepartamentos de métodos y herramientas planearán todas las actividades para óptimos maquinados.

Como se observa, existen en esencia 8 mejoras sustanciales con -- una reestructuración del organigrama. Se solicita a lo más de la contratación de dos personas más, en el supuesto que éstas no -- sean seleccionadas dentro de la misma organización. Posiblemente la aparición de este nuevo personal desplace a otro, o bien, haga un mejor trabajo de equipo.

Comparando el costo de dos contrataciones contra los montos de -- pérdidas por atrasos, penalizaciones, no escalación de precios, - pérdidas por malos seguimientos y otras causas, se concluye que - no es una mala inversión hacer los cambios en el organigrama para mejorar la productividad.

Evaluación de la Técnica No. II

Evaluando el flujograma presentado se alcanzarán los siguientes - puntos:

- 1) Se conocerá en todo momento qué personal determina los plazos de entrega, quién envía o sigue especificaciones, y cuál es - el movimiento del material. Pudiendo así conocer fácilmente la operación que no ha sido ejecutada a tiempo.
- 2) Se facilita el seguimiento y coordinación de pedidos grandes y chicos.

Desventajas:

- 1) No existe, específicamente una persona o departamento que indique las fallas y presente soluciones o alternativas. Así como no existe quién determine en que momento habrá que tomar decisiones correctivas en los sectores que no cumplen cabalmente su labor.

- 2) Se requiere forzosamente de un departamento o personal que no forme parte activa propiamente del sistema, para que funcione como un indicador que contemple el sistema desde un punto de vista imparcial.

De lo anterior, se concluye que la aparición de un flujograma que rijan las actividades es necesaria, sin embargo, no es suficiente y destaca la necesidad de adicionar un puesto, o departamento que vigile la seriedad que se tiene en el cumplimiento del flujograma por los sectores involucrados. Este departamento se le puede llamar ingeniería industrial, coordinación o de otra forma, sin embargo, se sugiere como mejor alternativa el de ingeniería industrial por tener este departamento un campo de acción y recursos bastante amplios y bien definidos, en caso contrario, habría que precisar las acciones de un departamento nuevo y sus recursos para llegar a los fines pretendidos.

Evaluación de la Técnica No. III

La evaluación puede hacerse numérica y cabe recalcar que en esta se ha supuesto que existe ya un departamento de ingeniería industrial dentro de la empresa y se muestra sólo un estudio breve del

maquinado de un impulsor. Las ventajas obtenidas son:

- 1) En el diagrama de operaciones de proceso se reduce el tiempo de las ocho operaciones de 27.00 Min. a 25.70 Min. ganando -- 1.3 minutos por impulsor.

Para el mismo diagrama se reducen de siete a seis las inspecciones y su tiempo respectivo de 3.86 Min. a 3.57 Min., ahorrando 0.29 Min. por pieza.

Sumando ambas ganancias se obtiene un ahorro total de 1.59 -- Min. por pieza. Como se mencionó, el total de piezas maquinadas al año son 880, entonces el ahorro por año en el maquinado de estas piezas será equivalente a 23.32 horas. Este ahorro resulta bueno considerando que el estudio no es profundo y sólo es una primera propuesta; además debe observarse que los cambios sugeridos no son drásticos ni exagerados.

- 2) En el diagrama de flujo de recorrido de la misma pieza se obtienen:
 - a) Reducción en el tiempo de operaciones de 27.00 Min. a -- 25.70 Min. (ya explicado en punto anterior).
 - b) Reducción en el número de inspecciones de siete a seis y su consecuente ahorro de tiempo de 3.86 Min. a 3.57 Min. (ya explicado en el punto anterior).
 - c) Reducción en el número de transportes de ocho a siete, reduciendo el tiempo de 6.40 Min. a 4.70 Min. y la distan--

./.

cia recorrida por el material de 155.5 m a 117.0 m, ésta última reduce además el riesgo en el transporte del material en 38.5 m.

- d) Los almacenajes reducen su número de tres a dos. Con esto se obtiene un ahorro en tiempo adicional al descrito - en el punto anterior de 1.7 Min. por lote transportado.
- 3) En el diagrama de proceso hombre-máquina, se alcanzan los siguientes ahorros en tiempos muertos del operador y la máquina:
- a) Tiempo ciclo total de 21.65 Min. a 14.60 Min.
 - b) Tiempo productivo del operador por ciclo de 14.91 Min. a 10.36 Min.
 - c) Tiempo improductivo del operador por ciclo de 6.74 Min. a 4.24 Min.
 - d) Tiempo improductivo de máquina por ciclo de 11.85 Min. a 4.80 Min.
 - e) % de utilización operador de 68.86% a 70.95%.
 - f) % de utilización máquina de 45.26% a 67.12%.

El ahorro en el tiempo ciclo es de 7.05 Min. por pieza, considerando que se manufacturan en promedio 10 impulsores de urgencia por mes se obtienen 70.5 Min. de ahorro total por mes, en esta operación con una máquina; cabe recalcar que el maquinado de este tipo de impulsores se hace en seis máquinas diferentes y en este estudio se presenta sólo una de ellas.

De los tres puntos anteriores se concluye que las aportaciones que

presentan estos diagramas son buenas y reducen tiempos tanto en - mano de obra, máquinas y transportes. Considerando que no son es tudios profundos, que no presentan cambios radicales en estructu- ras, ni diseños complejos, se intuye que al existir un departamen- to de ingeniería industrial que propusiera planes de mejora como los presentados en un nivel de estudio más profundo, se tendrán - ahorros superiores que pueden solucionar en gran parte los proble- mas en la manufactura, incrementando así la productividad.

Evaluación de la Técnica No. IV

Los alcances logrados con esta técnica son los siguientes:

- 1) Bajo un cuidado intensivo la empresa logrará la adquisición de materia prima, partes, equipos y servicios en la cantidad y - calidad adecuada, en el tiempo óptimo y al más bajo costo po- sible.
- 2) El subdepartamento de compras ya no realizará funciones mera- mente secretariales, por el contrario, dará asesoría sobre -- qué productos, cómo y cuándo comprarlos valiéndose de un buen control sobre sus proveedores. Asimismo, conocerá a fondo -- los inventarios a su cargo, buscando las oportunidades de com- pra y mediante un buen manejo de los costos.
- 3) Reportará todas sus funciones como normalmente lo hace a la - gerencia de planta. Sin embargo, se regirá por las señales - de requerimientos girados ya sea por ventas, disposición de -

materiales y plazos, almacén, coordinación o por control de - producción según lo establezca el sistema de organización interna.

4). Buscará la correcta división del trabajo en:

- a) Negociaciones de compras
- b) Actividades de asesoramiento y servicio
- c) Trabajo de oficina

responsabilizando a cierto personal para las distintas actividades.

- 5) Elaborará carteras de proveedores confiables por división de producto, haciendo estudios y cuadros comparativos para la mejor selección.
- 6) Evitará al máximo los pedidos de urgencia.
- 7) Seguirá los criterios de su política de compras.
- 8) El o los compradores tendrán un perfil bien definido y congruente a una sana política de compras.

Los puntos arriba descritos, no se llevan a cabo actualmente, sin embargo, se puede predecir que se obtendrían buenos resultados al aplicarlos, aún cuando habría que pagar un vendedor experimentado en ventas técnicas y probablemente, tendrían que hacerse dos contrataciones.

Otro aspecto que se debe entender, es que compras no genera todos los problemas de producción, y aún suponiendo un perfecto funcionamiento en este subdepartamento, los problemas seguirán existiendo en otras áreas.

De todo lo anterior se concluye que esta técnica es adecuada, pero no suficiente para reducir integralmente los problemas.

C A P I T U L O V I

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL MODELO PROPUESTO

C A P I T U L O VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL MODELO PROPUESTO

El modelo de soluciones, no es, hasta cierto punto, preciso y completo, sólo ataca ciertos sectores de la empresa y propone algunas mejoras que atañen a la muestra del conjunto de empresas manufactureras de bombas centrífugas.

Los procedimientos y cambios que se sugieren no son los mejores - ni los únicos, existe un universo de propuestas que pueden colaborar en el incremento de la productividad de cualquier empresa.

Los problemas que atañen a la empresa estudiada son generalizados en las demás empresas de su tipo, de este hecho se intuye que las sugerencias pueden aplicarse con relativo éxito a las empresas -- del bombeo.

Analizando las técnicas propuestas se determinan las siguientes conclusiones:

- 1.- Las técnicas I y III exponen la aparición de un departamento de ingeniería industrial con el cual se ataca en forma global las deficiencias del sistema. Colaborando a un incremento - de la productividad en forma relativamente medible.

La propuesta incluye técnicas que no son aplicadas comunmente en las empresas del bombeo y siguiendo un razonamiento lógico

co se hace palpable que el integrar un departamento de ingeniería industrial dentro de la organización reditua a corto y mediano plazo un incremento en el nivel de productividad.

Por ejemplo, en la empresa estudiada no existen tiempos estándar para el maquinado de las piezas, solamente se han sacado tiempos promedios de lotes de piezas manufacturados en el pasado. Si la empresa es en esencia una industria de maquinados y ensambles debería considerar como primordial el tener establecidos los tiempos que debe llevarse el maquinado de cada una de sus piezas. Como en la actualidad el departamento de precálculo se basa en los tiempos promedio para determinar los costos que existen por maquinados y montajes, al realizar el presente estudio se encontró que tales tiempos son pocas veces igualados, en menos ocasiones disminuidos y en su mayoría son más largos. Para los casos en que los tiempos supuestos son igualados o disminuidos resulta una mayor utilidad para la empresa y un precio un tanto incrementado al cliente, esto ocurre en la minoría de los casos. Pero cuando los tiempos no son cumplidos, la empresa pierde un porcentaje de su utilidad.

Lo anterior ocurre debido a la falta de un departamento que se encargue de establecer los tiempos estándar que los trabajadores deben cumplir en el mecanizado y ensamblado de las partes.

Al existir los tiempos establecidos, precálculo podrá estable

cer los costos de producción con una mayor exactitud. Asimismo, ya existirá personal encargado de establecer incentivos para los trabajadores y en su caso enviar señales correctas a los trabajadores que lo requieran, siguiendo las líneas de autoridad correspondientes.

También se concluye que las propuestas de los puntos I y III son más completas que las demás.

Las organizaciones pueden carecer de departamento de ingeniería industrial, porque están planeadas como imitación de sistemas extranjeros, en los cuales sí existen estos departamentos y se piensa innecesario planear la empresa con un departamento propio, solamente se le implantan las mejoras obtenidas sin considerar las características propias del sistema y los problemas que particularmente debe enfrentar.

- 2.- Las técnicas II y IV son soluciones parciales, probablemente necesarias para una optimización de los sistemas y procedimientos, sin embargo, no son propuestas integrales que modifiquen las acciones de tal forma que obtengan incrementos de productividad general en la empresa, sino de una forma más bien particular a un problema o sección.

Por ejemplo, en la empresa estudiada, se observa una fuerte carencia del sistema de compras, que redundará en atrasos e incumplimiento a los tiempos y especificaciones pactados, re-

trasando así la entrega de los pedidos. Para este tipo de empresas, en las que los artículos de compra son relativamente pocos y bien definidos, debe existir un sistema de compras técnicas; compras debe ser capaz de asesorar a ventas en todos sentidos, indicándole las ventajas y desventajas de comprar a un proveedor u otro, o bien, indicando las alternativas de distintos productos que presten el mismo servicio. Sin embargo, en la empresa estudiada las compras son casi -- llevadas a nivel secretarial, concretándose a conseguir los artículos solicitados al precio que sea.

Debería, entonces, considerarse bien las alternativas presentadas sin perder de vista que no son soluciones totales y -- que es necesario que un departamento específico consiga coordinar los requerimientos con los abastecimientos en el tiempo, calidad y cantidad óptimos.

Lo anterior puede también conseguirse al integrar a la empresa un buen departamento de planeación y control de la producción, pero se debe considerar que P.C.P. no propone alternativas de solución, sólo pretende evitar los puntos críticos en la producción.

- 3.- Las técnicas Nos. I y III implican nuevos gastos al igual -- que las técnicas Nos. II y IV, pero tal como se ha explicado el cambio propuesto en la alternativa No. I sólo incluye dos contrataciones nuevas y esto en el supuesto de que el personal no pudiera seleccionarse dentro de la misma empresa. Si

las pérdidas por retraso en las entregas exceden el 20% en los proyectos de gran magnitud queda justificada la integración del departamento de ingeniería industrial.

La técnica No. II no implica costo alguno, si el flujograma es propuesto por la gerencia general y al mismo tiempo la gerencia responsabiliza a las áreas involucradas, pero deberá contar con un departamento como el propuesto de coordinación para que éste enlace las acciones descritas en el flujograma. Esta propuesta es necesaria pero no integral.

Por otra parte el costo de modificación del subdepartamento de compras con la contratación de compradores profesionales y especializados podría resultar caro y solucionaría parte del problema. Esto sugiere revisar la posibilidad de que el departamento de ingeniería industrial, profundice en los procedimientos actuales de compra, modifique si así se requiere los procedimientos y proponga alternativas en forma de capacitación al personal que actualmente labora en compras. Resultando esta alternativa más barata y con vías a una mejor productividad de todos los sectores que conforman la planta.

Las recomendaciones para lograr una buena integración del nuevo departamento de ingeniería industrial son:

- 1.- Profundizar en los costos que generaría la integración del departamento a lo largo de un año, considerando un flujo de

efectivo sobre el sueldo, materiales y equipo necesario para el correcto funcionamiento del departamento. Estimarlos como una inversión bancaria, calculando las ganancias generadas por dicha inversión al transcurso del tiempo. Comparar la salida de efectivo más los intereses que debiera generar en el banco, contra las ganancias generadas por el departamento de ingeniería industrial y decidir. En resumen hacer un estudio económico y de viabilidad profundizando en todos los aspectos ponderables e imponderables.

- 2.- Estimar las consecuencias psicológicas y el impacto de la -- creación del departamento.
- 3.- Verificar si la persona encargada de este departamento puede o no ser seleccionada dentro del personal que labora en la -- empresa. En caso favorable se evitaría el tener que adies-- trar y enseñar a la persona en la aplicación de los sistemas que actualmente operan.
- 4.- Conscientizar a toda la empresa del objetivo que pretende el nuevo departamento en vías a una mejor productividad y solli-- citar la colaboración, ayuda y propuestas para integrar el -- mismo.
- 5.- Modificar la actual filosofía a una con mayor espíritu pro-- ductivo comenzando desde los niveles jerárquicos superiores y llevando a todo el personal mediante programas y acciones directivas que, poco a poco, modifiquen la forma de pensar --

que las personas tiene respecto a lo que la empresa espera - de ellas.

- 6.- La superación no podrá existir si no existe la colaboración de todos los integrantes de la empresa. Por ello, debe enfatizarse este punto.
- 7.- El personal deberá comprender los alcances del departamento y no deberá pensar en resultados "mágicos" y demasiado pron-
tos.
- 8.- El departamento deberá contar con todo el apoyo de los niveles jerárquicos superiores, para, a través de ellos, penetrar con sus estudios a todos los sectores. Sin embargo, deberá hacerse acreedor a este apoyo y confianza.
- 9.- No deberá intervenir sin autorización previa y deberá procurar la mayor armonía posible con todas las personas que se -
relacione, evitando al máximo las simpatías o antipatías per-
sonales que puedan desvirtuar su labor.
- 10.- El departamento deberá ser enérgico consigo mismo y con los sectores estudiados y presentará soluciones y alternativas, aún cuando éstas ocasionen disgusto o malestar en el perso-
nal.
- 11.- Si el departamento instalado en la empresa no cuenta con una suficiente experiencia, no logrará utilizar las técnicas, de

las que la ingeniería industrial dispone o bien las utilizará en forma poco correcta. Este aspecto deberá tenerse en cuenta al seleccionar al personal de este puesto.

- 12.- La organización debe tener una idea clara del perfil que debe cubrir el ingeniero industrial, y sobre todo deberá ir de acuerdo a los alcances que la organización ha planeado previamente. Todo lo anterior bajo una misma filosofía de cambio.
- 13.- Se deberán fijar metas y objetivos claros, fácilmente medibles y especificando el tiempo requerido para el logro de objetivos parciales, de modo que exista una forma fácil de vislumbrar si el departamento está funcionando, o no, como se espera.

BIBLIOGRAFIA

B I B L I O G R A F I A

- 1.- ALFORD L. P. Y BANGS J. R.
Manual de la Producción. Editorial UTEHA, S.A. DE C.V.
México, 1981, 1871 págs.

- 2.- GRUPO EDITORIAL EXPANSION
La Economía Mexicana 1985. Editorial EXPANSION
México, 1986, 348 págs.

- 3.- PASCHORAL, ROSSETTI JOSE
Introducción a la Economía, enfoque latinoamericano.
Editorial. HARLA, S.A. DE C.V.
México, 1985, 543 págs.

- 4.- DOUGLAS Mc. GREGOR
El Aspecto Humano de las Empresas. Editorial DIANA, S.A.
México, 1981, 237 págs.

- 5.- KRICK E.V.
Introducción a la Ingeniería y al Diseño en la Ingeniería.
Editorial LIMUSA, S.A.
México, 1980, 240 págs.

- 6.- KRICK EDWARD V.
Ingeniería de Métodos. Editorial LIMUSA, S.A.
México, 1982, 543 págs.

- 7.- REYES PONCE AGUSTIN
Administración de Empresas, Teoría y Práctica
Editorial LIMUSA, S.A.
México, 1983, 392 págs.

- 8.- REYES PONCE AGUSTIN
Administración de Personal, Relaciones Humanas, Sueldos y Salarios. Editorial LIMUSA, S.A.
México, 1985, 680 págs.

- 9.- MERRILL HARWOOD F.
Clásicos en Administración. Editorial LIMUSA, S.A.
México, 1975, 458 págs.

- 10.- NIEBEL BENJAMIN W.
Ingeniería Industrial, Estudio de Tiempos y Movimientos.
Editorial REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA, S.A.
México, 1984, 680 págs.

- 11.- TRUJILLO JUAN JOSE
Elementos de Ingeniería Industrial. Editorial LIMUSA, S.A.
México, 1984, 283 págs.

- 12.- HOPEMAN RICHARD J.
Administración de Producción y Operaciones, Planeación
Análisis y Control. Editorial CECSA.
México, 1986, 662 págs.

- 13.- MAYNARD, HAROLD, BRIGHT
Manual de la Ingeniería de la Producción. Editorial UTEHA
México, 1981, 1633 págs.

- 14.- BUFFA ELWOOD S. Y TAUBERT WILLIAM H.
Sistemas de Producción e Inventario, Planeación y Control
Editorial LIMUSA, S.A.
México, 1981, 576 págs.

- 15.- BETHEL L. L., ATWATER F. S., SMITH G. H. Y STACKMAN H. A.
Organización y Dirección Industrial.
Editorial FONDO DE CULTURA ECONOMICA
México, 1981, 882 págs.

- 16.- ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL TRABAJO
Introducción al Estudio del Trabajo. Editorial LIMUSA, S.A.
México, 1986, 451 págs.

- 17.- PENNYCKCVICK B.
Diagnóstico Industrial, Análisis Empresarial.
Editorial LIMUSA, S.A.
México, 1982, 229 págs.

- 18.- TAYLOR FREDERICK W. Y FAYOL HENRY
Principios de la Administración Científica, Administración
Industrial y General. Editorial HERRERO HERMANOS, S.A.
México, 1985, 278 págs.

- 19.- ACKOFF RUSSELL L.
Un Concepto de Planeación de Empresas. Editorial LIMUSA, S.A.
México, 1985, 157 págs.
- 20.- ALBERS HENRY H.
Principios de Organización y Dirección. Teoría Moderna de la
Administración. Editorial LIMUSA, S.A.
México, 1984, 751 págs.
- 21.- KUMAR SEN AMARTIA
La Selección de Técnicas, Un Aspecto de la Teoría del
Desarrollo Económico Planificado.
Editorial FONDO DE CULTURA ECONOMICA.
México, 1969, 124 págs.
- 22.- VAUGHN RICHARD C.
Introduction to Industrial Engineering.
México, 1977, 493 págs.
- 23.- ROSCOE EDWIN S.
Organización para la Producción, Una Introducción a la
Administración Industrial. Editorial CECSA.
México, 1984, 637 págs.