



# TÉCNICAS, HERRAMIENTAS Y APLICACIONES DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL: PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD



UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA DE  
TAMAULIPAS



COLOFÓN

EDICIONES ACADÉMICAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Julio Mar Ortiz  
Oscar Laureano Casanova  
María D. Gracia  
Blanca Patricia Rubio Lajas



# TÉCNICAS, HERRAMIENTAS Y APLICACIONES DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA DE  
TAMAULIPAS





**Consejo de  
publicaciones  
UAT**

C.P. ENRIQUE C. ETIENNE PÉREZ DEL RÍO  
PRESIDENTE

DR. JOSÉ LUIS PARIENTE FRAGOSO  
VICEPRESIDENTE

DR. HÉCTOR CAPELLO GARCÍA  
SECRETARIO TÉCNICO

C.P. GUILLERMO MENDOZA CAVAZOS  
VOCAL

DR. MARCO AURELIO NAVARRO LEAL  
VOCAL

MTRO. LUIS ALONSO SÁNCHEZ FERNÁNDEZ  
VOCAL

MTRO. JOSÉ DAVID VALLEJO MANZUR  
VOCAL

# TÉCNICAS, HERRAMIENTAS Y APLICACIONES DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL: PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD

JULIO MAR ORTIZ  
OSCAR LAUREANO CASANOVA  
MARÍA D. GRACIA  
BLANCA PATRICIA RUBIO LAJAS



Consejo de  
publicaciones  
UAT



EDICIONES ACADÉMICAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Primera edición en Colofón, 2016

---

Técnicas, herramientas y aplicaciones de la ingeniería industrial : productividad y competitividad / Julio Mar Ortiz, Oscar Laureano Casanova, María D. García, Blanca Patricia Rubio Lajas . — México, D.F. : Colofón ; Universidad Autónoma de Tamaulipas, 2016

161 p. ; 16.5 x 23 cm . — (Colecc. Colofón Ediciones Académicas Ingeniería Industrial)

1. Ingeniería industrial 2. Productividad industrial

I. Mar Ortiz, Julio, coaut. II. Laureano Casanova, Oscar, coaut.  
III. Gracia, María Dolores, coaut. IV. Rubio Lajas, Blanca Patricia, coaut.

LC [T56.4 T42]

Dewey: 607.1 T42

---

D.R. © Responsables exclusivos del contenido intelectual y gráfico: Julio Mar Ortiz, Oscar Laureano Casanova, María Dolores Gracia Guzmán y Blanca Patricia Rubio Lajas

Colección: Colofón Ediciones Académicas

Diseño de portada: Francisco Zeledón

D.R. © Diseño editorial y tipográfico, y edición de Colofón S.A. de C.V., 2016

Franz Hals núm. 130, Alfonso XIII, 01460, México, D.F.

[www.paraleer.com](http://www.paraleer.com)

Contacto para esta colección: [colofonedicionesacademicas@gmail.com](mailto:colofonedicionesacademicas@gmail.com)

ISBN: 978-607-8441-29-7

Prohibida su reproducción por cualquier medio mecánico o electrónico sin la autorización escrita de los editores.

Publicación financiada con recurso PROFOCIE 2014.
---

Impreso y hecho en México

## ÍNDICE

Prólogo	11
---------	----

### I. LA INGENIERÍA INDUSTRIAL COMO HERRAMIENTA PARA INCREMENTAR LA COMPETITIVIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LAS ORGANIZACIONES

1.1. Introducción	13
1.2. Los sistemas productivos y la manufactura de clase mundial	15
1.2.1. <i>Evolución de los sistemas productivos</i>	16
1.2.2. <i>Empresas de clase mundial</i>	22
1.3. Los modelos y la ingeniería industrial	25
1.3.1. <i>Ingeniería de operaciones</i>	25
1.3.2. <i>Modelación de operaciones</i>	27
1.4. Metodologías de clase mundial	30
1.4.1. <i>Principios, técnicas y herramientas</i>	30
1.4.2. <i>La ruta de la calidad</i>	31
1.4.3. <i>Las ocho disciplinas</i>	32
1.4.4. <i>Seis sigma</i>	33
1.4.5. <i>Manufactura esbelta</i>	33
1.5. Conclusiones	36
1.6. Estudios de caso	37
1.7. Referencias	38

### II. EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA TÉCNICO-OPERATIVA DE UN NUEVO EQUIPO PARA TRANSFERENCIA DE CONTENEDORES

2.1. Introducción	41
2.2. Fundamentos	43
2.2.1. <i>Terminal de contenedores</i>	43
2.2.2. <i>Eficiencia y desempeño portuario</i>	44
2.2.3. <i>DEA y desempeño de terminales de contenedores</i>	45
2.2.4. <i>Selección de inputs y outputs en terminales</i>	47
2.3. Método	47
2.3.1. <i>El modelo CCR</i>	48
2.3.2. <i>Variables independientes (inputs)</i>	50

2.3.3. <i>Variables independientes (output)</i>	51
2.3.4. <i>Variable dependiente</i>	51
2.3.5. <i>Enfoque de solución</i>	52
2.4. <i>Análisis y resultados</i>	52
2.4.1. <i>Transferencia de contenedores</i>	52
2.4.2. <i>Productividad del equipo RAVAMO</i>	57
2.4.3. <i>Resultados del Estudio Computacional</i>	57
2.5. <i>Conclusiones</i>	60
2.6. <i>Referencias</i>	61

### III. ANÁLISIS DEL IMPACTO ENTRE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DEL SECTOR PETROQUÍMICO

3.1. <i>Introducción</i>	63
3.2. <i>Sistemas de calidad</i>	64
3.3. <i>Método</i>	67
3.3.1. <i>Tamaño de muestra</i>	67
3.3.2. <i>Técnicas de recolección</i>	67
3.3.3. <i>Diseño del instrumento</i>	68
3.3.4. <i>Validez del instrumento</i>	72
3.3.5. <i>Eliminación del sesgo</i>	72
3.3.6. <i>Análisis de datos</i>	73
3.4. <i>Análisis y resultados</i>	73
3.4.1. <i>Tratamiento de los datos</i>	73
3.4.2. <i>Resultados por factor</i>	74
3.4.3. <i>Análisis del impacto</i>	76
3.4.4. <i>Análisis de correlación</i>	79
3.5. <i>Conclusiones</i>	83
3.6. <i>Referencias</i>	84
Anexo 3.1. <i>Cuestionario</i>	87

### IV. IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN EFICIENTE DE FLOTAS PARA LA SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE

4.1. <i>Introducción</i>	91
4.2. <i>Fundamentos</i>	92
4.2.1. <i>Clasificación de flotas de transporte</i>	92



4.2.2. <i>Gestión eficiente de flotas</i>	93
4.2.3. <i>Sociedad Cooperativa Pascual</i>	95
4.3. Método	96
4.3.1. <i>Enfoque y tipo de investigación</i>	96
4.3.2. <i>Método de la investigación</i>	96
4.4. Análisis y resultados	98
4.4.1. <i>Índice de estructura del personal</i>	98
4.4.2. <i>Índice de estructura vehicular</i>	98
4.4.3. <i>Índice de costos</i>	99
4.4.4. <i>Índice de mantenimientos</i>	103
4.5. Conclusiones	103
4.6. Referencias	105

## V. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA CAPACITACIÓN SOBRE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA

5.1. Introducción	107
5.2. Revisión de literatura	108
5.2.1. <i>Perfil de puestos</i>	108
5.2.2. <i>Administración de recursos humanos en la industria manufacturera</i>	109
5.2.3. <i>La productividad en la industria de la manufacturera de la confección</i>	111
5.3. Método	113
5.3.1. <i>Enfoque y tipo de investigación</i>	113
5.3.2. <i>Método de la investigación</i>	113
5.3.3. <i>Población y muestra</i>	114
5.3.4. <i>Técnicas de recolección de datos</i>	114
5.3.5. <i>Diseño de instrumentos de recolección de datos</i>	115
5.3.6. <i>Método de análisis y procesamiento de datos</i>	115
5.4. Análisis y resultados	115
5.4.1. <i>Análisis del perfil de las operarias del área de producción</i>	115
5.4.2. <i>Análisis comparativo entre perfil real y el perfil ideal de operarias</i>	116
5.4.3. <i>Análisis de resultados de la evaluación diagnóstica</i>	117
5.4.4. <i>Análisis de los resultados de control de la producción</i>	120
5.5. Conclusiones	120
5.6. Referencias	121

## VI. MODELO DE PLANEACIÓN ESTRATÉGICA ORIENTADA HACIA LA COMPETITIVIDAD DE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS EN LA INDUSTRIA TEXTIL

6.1. Introducción	123
6.2. Introducción a la planeación estratégica	124
6.3. Método	125
6.3.1. <i>Recopilación de datos</i>	125
6.3.2. <i>Población y muestra</i>	126
6.4. Análisis y resultados	126
6.4.1. <i>Etapa I. visión, misión, objetivos, estrategias y políticas</i>	126
6.4.2. <i>Etapa II. Análisis GAP</i>	127
6.4.3. <i>Etapa III: Estrategias</i>	132
6.4.4. <i>Etapa IV: Implementación</i>	134
6.5. Conclusiones	134
6.6. Referencias	135

## VII. PROPUESTA DE UNA HERRAMIENTA METODOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS ESTRATÉGICO DE EMPRESAS DE PAQUETERÍA

7.1. Introducción	137
7.2. Herramientas del análisis comparativo	138
7.2.1. <i>Benchmarking</i>	138
7.2.2. <i>Análisis envoltante de datos</i>	138
7.2.3. <i>Análisis FODA</i>	140
7.2.4. <i>Balance Scorecard</i>	142
7.3. Frontera de eficiencia	144
7.3.1. <i>Tratamiento de datos</i>	144
7.3.2. <i>Frontera de eficiencia</i>	145
7.4. Análisis y resultados	148
7.4.1. <i>Comparación con el conjunto de referencia</i>	150
7.4.2. <i>Mejoras potenciales</i>	152
7.4.3. <i>Análisis FODA</i>	154
7.4.4. <i>Balance Scorecard</i>	156
7.5. Conclusiones	158
7.6. Referencias	159

## PRÓLOGO

Las organizaciones, en su búsqueda por menores costos de operación y la mejora de sus procesos administrativos y de manufactura, han adoptado nuevas prácticas de operación conocidas como *prácticas de manufactura de clase mundial*. Cada una de ellas difiere en el tipo de problema operacional que tiende a resolver; sin embargo, todas persiguen una mejora continua de la organización. Entre las más conocidas se encuentran: justo a tiempo, manufactura esbelta, ingeniería concurrente, seis sigma y administración de la calidad total, entre otras. Estas prácticas al igual que otras tecnologías avanzadas de manufactura (por ejemplo, sistemas CAD, CAM, CIM, FSM) y tecnologías de información (DWH, ERP, MRPII), prometen una mejora radical en los niveles de calidad de la organización.

La idea fundamental del principio de las prácticas de manufactura de clase mundial es desarrollar un sistema de producción sincronizado en el que el material fluya armoniosamente a lo largo de la planta. Cualquier causa que pueda perturbar la armonía en el flujo de la producción, como largos tiempos de arranque (setups), distribuciones ineficientes, defectos, alta variabilidad en los procesos y descomposturas de máquinas, deben ser removidos. En la literatura se pueden identificar diversas contribuciones que definen pasos para la mejoría del sistema de producción. La mayoría de los autores coinciden en nombrar los siguientes:

- Mejorar el flujo de materiales en el piso de producción.
- Mejorar la flexibilidad para satisfacer la demanda cambiante del mercado mediante la reducción de los tiempos de setup.
- Actualizar las capacidades de las máquinas mediante automatización de bajo costo.
- Actualizar las habilidades de los trabajadores mediante la rotación del trabajo y entrenamiento cross-funcional.
- Mejorar la comunicación dentro de la planta usando métodos visuales.
- Mejorar la confiabilidad de los procesos.
- Reducir los problemas de las máquinas.

Esta obra está dirigida a estudiantes que cursan la licenciatura en ingeniería industrial. El propósito principal consiste en brindar un panorama general de la aplicación (por medio de estudios de caso) de algunas de las principales metodologías, técnicas y herramientas de las cuales dispone el ingeniero industrial para mejorar la productividad e incrementar la competitividad. De forma específica, este libro describe la aplicación de herramientas tales como

el análisis envolvente de datos (DEA), el análisis factorial y los modelos de indicadores en la industria petroquímica, terminales de contenedores, empresas de transporte, empresas manufactureras, empresas textiles y de paquetería.

El libro consta de siete capítulos. Cada capítulo es autocontenido, y representa una unidad de aprendizaje, por lo que cada uno tiene su razón de ser, y en su conjunto dan cumplimiento al propósito general. El capítulo I ofrece una introducción a los conceptos de manufactura de clase mundial. Inicia con una perspectiva histórica de los sistemas productivos, y relaciona a cada una de las metodologías, técnicas y herramientas de la manufactura de clase mundial, la administración de operaciones y la investigación de operaciones con la ingeniería industrial, resaltando el papel de la ingeniería de operaciones. A partir del capítulo II y hasta el capítulo VII se describen estudios de caso. Cada estudio de caso puede ser utilizado por los alumnos de ingeniería industrial tanto para entender la forma en cómo aplicar una técnica específica, como para estudiar la estructura que define un trabajo de investigación aplicado. Cada capítulo es resultado de un trabajo de investigación desarrollado por los autores en los últimos cuatro años.

Esta obra está dedicada a todos los estudiantes de ingeniería industrial que poseen una mente inquieta que busca brindar soluciones a los problemas de calidad, productividad y competitividad, pero que desean tener un marco de referencia.

*Los autores*

# I. LA INGENIERÍA INDUSTRIAL COMO HERRAMIENTA PARA INCREMENTAR LA COMPETITIVIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LAS ORGANIZACIONES

## 1.1. Introducción

Al plantearse la pregunta: ¿cuál es el propósito de la manufactura?, pueden surgir dos respuestas. La primera, basada en una definición idealista, señala que la manufactura existe para crear empleos e impulsar la economía. Goldratt & Cox (1994) ofrecen una definición más pragmática, indicando que la razón de ser de toda empresa es ganar dinero, y que toda actividad que en ella se realice debe estar enfocada al logro de esta meta. Desde ambas perspectivas, la función de una empresa consiste en enriquecer a la sociedad mediante la fabricación de productos de funcionalidad deseable, apariencia estética, ambientalmente seguros, económicamente asequibles, altamente confiables y de máxima calidad, para satisfacer los requerimientos de los clientes en cuanto a funcionalidad, calidad y confiabilidad a un mínimo costo.

Desde hace ya varios años, la presión competitiva para satisfacer las expectativas de los clientes está creciendo a un ritmo acelerado. La mejora pasiva de productos y servicios pronto no será suficiente para sobrevivir en el mercado global, por lo que existe una necesidad de cambio radical en la forma en que operan las empresas manufactureras y de servicios. Este primer capítulo está diseñado para introducir al lector al estudio de las herramientas analíticas, de la ingeniería industrial, y de la ingeniería de operaciones para desarrollar una visión global de los sistemas productivos.

Antes de adentrarse al estudio de los sistemas productivos, es importante contar con una visión global del impacto de dichos sistemas en el logro de una ventaja competitiva de las cadenas de suministro y de sus elementos conformantes. Una cadena de suministro está formada por el conjunto de diversas empresas (eslabones) que intervienen en el proceso productivo (véase figura 1.1), proporcionándole en cada etapa valor intrínseco al producto. Como se puede observar, el conjunto de estas empresas incluye a los proveedores, transportistas, manufactureros, almacenes, minoristas y el cliente final. En cada uno de estos eslabones los materiales fluyen continuamente, en forma de materia prima, componentes, productos en proceso y/o bienes terminados. Lo anterior indica que cada eslabón puede ser visto como un sistema con entradas, procesos de transformación y salidas. Cada eslabón es proveído por el antecedente y a su vez éste provee al consecuente, formando así a la cadena de suministro.

En esta perspectiva se pueden identificar, de manera general, dos componentes indispensables de las cadenas de suministro. El primero de ellos es su sistema logístico de distribución y almacenamiento, el cual asegura el flujo constante de los materiales dentro de cada eslabón y a través de la cadena de suministro. El segundo, es su sistema de manufactura o sistema productivo, el cual asegura la continua disposición de productos en cada eslabón para que éstos sean movidos por el sistema logístico.

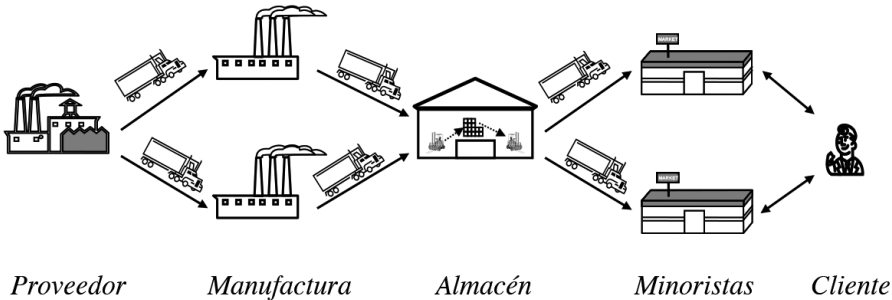


FIGURA I.1. Cadena de suministro

En la actualidad, no es recomendable seguir basando la administración de los sistemas productivos en pronósticos inciertos de demanda. Por ello debe existir una integración a lo largo de toda la cadena de suministro para transformarlas en cadenas de valor. El objetivo principal de la Administración de las Cadenas de Valor (Value Chain Management) es balancear las capacidades de las cadenas de suministro con las de demanda. El desempeño de las cadenas de suministro es medido con base en los siguientes criterios ganadores de pedido: *a)* calidad; *b)* oportunidad; *c)* disponibilidad, y *d)* precio. Por su parte, el desempeño de la cadena de demanda es medido con base en: *a)* atracción de clientes; *b)* retención y lealtad de clientes. Parte importante en todo este sistema está relacionado nuevamente con la eficiencia de los sistemas logísticos y de los sistemas productivos, los cuales son auxiliados por las tecnologías de información y comunicaciones.

En este punto, la pregunta es ¿cómo se da la integración de la cadena de valor? y ¿cuál es su relación con los sistemas productivos? Para responder a estas interrogantes, primero se debe considerar que la integración en las cadenas de valor se da en dos tipos: *a)* integración interna en la organización, y *b)* integración externa. La integración externa se da mediante la administración de la cadena de suministro (SCM, Supply Chain Management) y la integración interna mediante la administración de operaciones y los sistemas de

manufactura. Por lo que los sistemas productivos y de manufactura tienen un impacto significativo en el logro de una ventaja competitiva de las cadenas de suministro y de las empresas que la conforman. En ambos casos tales sistemas deben hacer uso de herramientas analíticas.

La competencia global ya no se da entre empresas, sino entre cadenas de suministro. Para que estas últimas sean altamente competitivas las empresas que la conforman deben lograr estándares de clase mundial. Esta situación se logra cuando una empresa ha desarrollado exitosamente todas sus capacidades de manufactura y logística.

El resto de este capítulo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se identifican los principales componentes de los sistemas productivos y su evolución; la sección 3 contiene un análisis de la relación entre la ingeniería industrial, la administración de operaciones, la investigación de operaciones, las ciencias administrativas y la ingeniería de operaciones, y su función como disciplinas para mejorar la productividad y competitividad de las organizaciones; en la sección 4 se describen algunas de las principales metodologías y prácticas de la manufactura de clase mundial, que son de amplia aplicación dentro de la ingeniería industrial. Finalmente, la sección 5 contiene algunas conclusiones de interés.

## 1.2. Los sistemas productivos y la manufactura de clase mundial

Un sistema productivo es definido como el conjunto de procedimientos, métodos de producción, instalaciones, equipo, herramientas, personas y tecnología dentro de un mismo escenario para desempeñar secuencias de fabricación o manufactura resultantes en componentes o productos terminados. Así, los sistemas productivos son sistemas que están estructurados mediante un conjunto de actividades y procesos relacionados y necesarios para obtener bienes y servicios de alto valor añadido para el cliente, con el empleo de los medios adecuados y la utilización de los métodos más eficientes. Esto implica la fabricación de productos que satisfagan a los clientes en las fechas y términos estipulados, con la calidad requerida y bajo principios de racionalización, es decir, de minimización de costos y maximización de utilidades.

El sistema productivo y el sistema logístico se complementan para producir y hacer llegar a los clientes los productos terminados, dándole valor a la organización y permitiéndole competir en los mercados. La competencia global propicia que los clientes tengan alternativas sobre las cuales elegir, lo que ocasiona que sus requerimientos y exigencias sean cada vez más elevados. Los clientes buscan productos y servicios con calidad que superen sus expectativas, costos que consideren justos, rápidos tiempos de entrega, donde

incluso sobreponen la rapidez por encima del precio. Desean productos que garanticen la continuidad del proveedor, productos considerados ecológicos o ambientalmente amigables, y globales que se ajusten a sus cambios en los estilos de vida, gustos y movimientos demográficos. Además de otras características tales como facilidad de uso y accesibilidad, alta tecnología y funcionalidad, imagen y apariencia, con un adecuado servicio posventa.

La calidad es uno de los aspectos más importantes para lograr la competitividad dentro del mercado global al que pertenecen la mayoría de las organizaciones manufactureras y de servicios. Por ello el principal interés de los administradores y asesores se centra en establecer sistemas de calidad que satisfagan y rebasen las expectativas de los clientes y grupos sociales. Evans (2000) señala que la calidad está basada en tres principios centrales, a saber: *a)* el enfoque al cliente; *b)* participación y trabajo en equipo, y *c)* la mejora y aprendizaje continuos. Así, para apoyar e implantar estos tres principios es necesario contar con una infraestructura organizacional integrada, un conjunto de prácticas o buenas prácticas (best practices) y una amplia diversidad de herramientas.

Afortunadamente, los ingenieros industriales disponen de una variedad de metodologías, técnicas y herramientas que ayudan a los tomadores de decisión a minimizar los costos y mejorar los procesos dentro de las organizaciones y sus cadenas de suministro. Estas metodologías difieren en el tipo de problema organizacional que tienden a resolver; sin embargo, en conjunto, persiguen una mejora continua de la organización.

Se debe considerar que los sistemas productivos se integran por el conjunto de tres elementos: *a)* las prácticas de manufactura de clase mundial (WCM, World Class Manufacturing), tales como los sistemas justo a tiempo, la manufactura esbelta, y la metodología seis sigma entre otras; *b)* las tecnologías de información y comunicación, como los sistemas web, la inteligencia de negocios, los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning), y *c)* las tecnologías avanzadas de manufactura, tales como los sistemas CAD/CAM, CIM, etc. El conjunto de estos elementos prometen una mejora radical en los niveles de calidad de la organización.

### *1.2.1. Evolución de los sistemas productivos*

Los sistemas de producción existen desde tiempos remotos. La Gran Muralla China, las pirámides egipcias, y los barcos romanos, así como los acueductos, son un ejemplo de la habilidad humana para organizarse en la producción. Aun así, la mayoría de estos ejemplos pueden ser clasificados como trabajos públicos. La producción de bienes para la venta, al menos en el sentido moderno, y las fábricas modernas tienen sus raíces en la Revolución industrial.



El cuadro I.1 contiene un resumen cronológico del desarrollo y evolución de los sistemas productivos.

La Revolución industrial. La Revolución industrial comenzó en la década de 1770 en Inglaterra y se extendió al resto de Europa y a los Estados Unidos durante el siglo XIX. Antes de este conflicto los trabajos eran producidos en pequeños talleres por artesanos y sus aprendices. Dentro de ese sistema era común para una persona ser responsable de la elaboración de un producto, como vagones jalados por caballos, o una pieza de maquinaria, de principio a fin. Solamente las herramientas simples estaban disponibles; las máquinas usadas actualmente aún no eran inventadas. Los bienes eran elaborados usando sistemas de producción artesanal: trabajadores altamente especializados usando herramientas simples y flexibles para producir los bienes de acuerdo con las especificaciones de los clientes. La producción artesanal tuvo sus desventajas. Dado que los productos eran hechos por artesanos calificados que fabricaban partes especiales, la producción era lenta y costosa. Y cuando las partes fallaban, los remplazos también tenían que hacerse personalmente, lo que también era lento y costoso. Otra desventaja era que los costos de producción no disminuían conforme el volumen se incrementaba. No había economías de escala, lo que motivó la principal iniciativa para que las compañías se extendieran. A partir de lo anterior, un número de innovaciones cambiaron el rostro de la producción al sustituir el poder humano por el poder de la máquina. Tal vez la más significativa de esas innovaciones fue la máquina de vapor, inventada por James Watt, alrededor de 1764, la cual proveyó una fuente de poder para operar las máquinas en una fábrica.

La administración científica. La era de la administración científica trajo amplios cambios para la administración de las plantas. El movimiento fue encabezado por el ingeniero e inventor Frederick Winslow Taylor, quien algunas veces es referido como el padre de la administración científica. Taylor creía en una administración científica basada en la observación, medición, análisis y mejora de los métodos de trabajo e iniciativas económicas. Taylor también creía que los administradores deberían ser responsables de la planeación y de la cuidadosa selección y entrenamiento de trabajadores, encontrando la mejor forma de realizar cada trabajo y lograr la cooperación entre la administración y los trabajadores. Los métodos de Taylor enfatizaban la maximización de salidas.

CUADRO I.1. *Evolución de la administración de operaciones*

Fecha aproximada	Contribución / Concepto	Iniciador
1700	Revolución industrial	-----
1776	División del trabajo	Adam Smith
1790	Intercambiabilidad de las partes	Eli Whitney
1911	Principios de la administración científica	Frederick W. Taylor
1911	Estudios de movimiento; uso de la psicología industrial	Frank y Lillian Gilbreth
1912	Cartas para programar actividades	Henry Gantt
1913	Movimiento de líneas de ensamble	Henry Ford
1913	Modelo matemático para la administración de inventarios	F. W. Harris
1930	Estudios en motivación de empleados	Elton Mayo
1935	Procedimientos estadísticos para el muestreo y control de calidad	W. Shewhart, H. R. Dodge, L. H. C. Tippett
1940	Aplicación de la investigación de operaciones en la posguerra	Grupos de la investigación de operaciones
1947	Programación lineal	George Dantzing
1951	Computadoras digitales comerciales	Sperry Univac
1950	Automatización	Varios
1960	Desarrollo extensivo de herramientas cuantitativas	Varios
1970	Éra de las computadoras	-----
1975	Énfasis en la estrategia de manufactura	W. Skinner
1980	Énfasis en calidad, flexibilidad, competición basada en el tiempo, producción esbelta y JIT	Empresas japonesas, especialmente Toyota y Taiichi Ohno
1980	Calidad total (TQM)	Deming, Juran entre otros.
1990	Reingeniería	Varios
1994	Seis Sigma	Motorola Inc.
1990	Internet, supply chain management	Numerosos
1990	Flexibilidad, Time-Based Competition, competencia global, aspectos ambientales comercio electrónico.	

Otros pioneros que también contribuyeron ampliamente a este movimiento fueron:

- Frank Gilbreth, un ingeniero industrial quien es algunas veces referido como el padre del estudio de trabajo. Desarrolló los principios de la economía de movimientos.
- Henry Gantt, quien reconoció el valor de las recompensas no monetarias para motivar a los trabajadores, además de desarrollar las gráficas de Gantt.
- Harrington Emerson, quien aplicó las ideas de Taylor a la estructura organizacional y motivó el uso de expertos para promover la eficiencia organizacional.
- Henry Ford, el gran industrial, empleó las técnicas de la administración científica en las fábricas.
- Durante la primera parte del siglo xx los automóviles entraron en la moda de los Estados Unidos. El Modelo T de Ford se convirtió en un éxito, por lo que resultó difícil para la compañía satisfacer la demanda. Esto motivó un esfuerzo por incrementar la eficiencia de las operaciones. Por ello, Ford utilizó los principios de Taylor. Entre las varias contribuciones de Ford se encuentran: la producción en masa, la intercambiabilidad de las partes, y la división del trabajo, entre otras.
- El movimiento de las relaciones humanas. Mientras que la administración científica enfatizaba los aspectos técnicos del diseño del trabajo, el movimiento de las relaciones humanas enfatizaba la importancia del elemento humano en el diseño del trabajo.
- Lillian Gilbreth, psicóloga y esposa de Frank Gilbreth, realizó al lado de su marido estudios enfocándose en el elemento humano del trabajo.
- Elton Mayo, condujo estudios en Hawthorne en la división del Western Electric. Sus estudios revelaron que la motivación es un elemento importante en el trabajo.
- Abraham Maslow, desarrolló teorías motivacionales, que Frederick Herzberg refinó en 1950.
- Douglas McGregor añadió la Teoría X y la Teoría Y en los años sesenta, William Ouchi añadió la Teoría Z 10 años después al combinar el enfoque japonés.

Los modelos de decisión y la ciencia administrativa (Management Science). El movimiento de las fábricas estuvo acompañado por el desarrollo de varias técnicas cuantitativas. F. W. Harris implementó uno de los primeros modelos en 1913: un modelo matemático para la administración de inventarios. En la década de 1930, tres colegas de los Laboratorios Bell, H. F. Dodge, H. G. Roming, y Walter Shewhart, desarrollaron procedimientos estadísticos para

el muestreo y el control de calidad. En 1935, L. H. C. Tippett condujo estudios que proveyeron las bases de la teoría del muestreo estadístico. En un principio, los modelos cuantitativos no fueron ampliamente usados en la industria. Sin embargo, el advenimiento de la segunda Guerra Mundial, cambio esto. La guerra generaba tremendas presiones y especialistas de diferentes disciplinas combinaron esfuerzos para lograr avances en la milicia y la manufactura. Después de la guerra, los esfuerzos para desarrollar y refinar las herramientas cuantitativas para la toma de decisiones continuaron, resultando en modelos de decisión para pronósticos, administración de inventarios, administración de proyectos, y otras áreas de la administración de operaciones. Durante la década de los sesenta y setenta las técnicas del Management Science fueron ampliamente reconocidas, en los ochenta, perdieron algo de importancia. Sin embargo, el amplio uso de computadoras personales y software de ambiente amigable en los lugares de trabajo está causando un renacimiento de estas técnicas.

La influencia de las manufacturas japonesas. Un gran número de manufactureros japoneses desarrollaron las prácticas administrativas que incrementaron la productividad de sus operaciones y la calidad de sus productos. Esto los volvió competitivos, generando interés en sus enfoques por compañías fuera de Japón. Enfatizaban la calidad y la mejora continua, los equipos de trabajo y el empoderamiento, y lograr la satisfacción de los clientes. A ellos se les puede acreditar la “revolución de la calidad” que ocurrió en los países industrializados y con amplio interés en la administración basada en el tiempo (producción justo a tiempo). En general, la manufactura japonesa ha brindado herramientas (SMED, Pokayoke, etc.) y metodologías (Toyota Production System, manufactura esbelta) ampliamente utilizadas alrededor del mundo.

La ciencia y análisis de datos. Debido a las tecnologías de información las empresas e instituciones actualmente generan mucha información que almacenan en grandes bases de datos. En los últimos años se ha observado un elevado interés por contar con especialistas capaces de analizar tales bases de datos, por lo que algunas universidades en los Estados Unidos ofrecen programas de maestría y doctorado en ciencias y análisis de datos (Data Science and Analytics), enfocados en el desarrollo de métodos y modelos analíticos para extraer nuevo conocimiento de grandes y complejas bases de datos. La ingeniería de operaciones surge también como una disciplina altamente cuantitativa e interdisciplinaria, enfocada a los resultados, haciendo uso de herramientas analíticas avanzadas para resolver problemas operacionales, con el fin de lograr resultados evidentes al mejorar la productividad, minimizar costos, incrementar la capacidad y mejorar los niveles de servicio.

Tendencias recientes y continuas. Los negocios constantemente deben monitorear nuevas tendencias y tomarlas en consideración para sus estrategias y administración de operaciones. Dos tendencias muy recientes están causando mayor impacto en las operaciones de negocios: 1) internet y el e-business, y 2) la gestión de cadenas de suministro.

Los negocios electrónicos (e-business) involucran el uso de internet para efectuar transacciones de negocios. El e-business está cambiando la manera en que las organizaciones interactúan con sus clientes y sus proveedores. La más conocida entre el público en general son las transacciones cliente-negocio (B2C, Business-to-Consumer), como comprar en línea o requerir información. Sin embargo, estas transacciones, como e-procurement, representan un mayor compartimiento de información. El e-business está recibiendo mayor atención por parte de los dueños de los negocios y de los administradores al desarrollar estrategias para la planeación y toma de decisiones. Una cadena de suministro es la secuencia de organizaciones –sus instalaciones, funciones y actividades– que están involucradas en la producción y entrega de un producto o servicio. La secuencia inicia con proveedores de materia prima básica y se extiende hasta llegar al cliente o consumidor final. Las instalaciones pueden incluir almacenes, fábricas, centros de procesamiento, oficinas, centros de distribución y tiendas minoristas. Las funciones y las actividades incluyen pronósticos, compras, administración de inventarios, administración de la información, aseguramiento de la calidad, programación, producción, distribución, entrega y servicio al cliente. Varias tendencias continúan influenciando los negocios y la administración de operaciones, a saber:

1. Mejora de la calidad y los procesos. Dado el impulso de la revolución de la calidad en los años ochenta y noventa esta última se encuentra esparcida en los negocios. Anteriormente la calidad era considerada un criterio de “orden ganador”, ahora es un criterio de “orden calificador”. Algunos negocios usan el término Administración Total de Calidad (TQM) para describir sus esfuerzos de calidad. El TQM enfatiza la satisfacción del cliente y el trabajo en equipo.
2. Tecnología. Los avances tecnológicos dirigen a un amplio arreglo de nuevos productos y procesos. Indudablemente las computadoras han causado –y continúan causando– un gran impacto en los negocios. Internet, el EDI y las tecnologías de información son ejemplo de ello.
3. Globalización. La competencia global, los mercados globales, las cadenas de suministros globales y las operaciones internacionales también están generando un impacto significativo en las estrategias y operación de las grandes empresas.

4. Personalización masiva. Los clientes buscan productos personalizados y diferenciables para crear y fomentar un *statu quo*. Las empresas que quieren crear productos personalizados, buscan crear comodities y personalizarlos en las etapas finales del proceso.
5. Estrategias de operación. Durante los años setenta y ochenta muchas compañías rechazaban incluir estrategias de operación en su estrategia corporativa. Ahora muchas están reconociendo la importancia de su inclusión.
6. Aspectos ambientales. El control de la contaminación y la disposición de desperdicio son los principales aspectos que deben considerar los administradores; el creciente énfasis en la reducción del desperdicio y el reciclaje están alcanzando a los negocios internacionales.

### 1.2.2. Empresas de clase mundial

Una empresa de clase mundial usa prácticas de manufactura de clase mundial o buenas prácticas y de herramientas analíticas para tomar decisiones. Una empresa de manufactura logra este estatus cuando ha desarrollado exitosamente sus capacidades de manufactura para soportar a la compañía en su totalidad, ayudándola a obtener una ventaja competitiva sustentable sobre sus adversarios en áreas tales como: costo, calidad, entrega, flexibilidad e innovación. Los manufactureros de clase mundial extienden sus operaciones de manufactura a ser externamente sustentados, esto es, ayudando a la compañía entera a lograr una ventaja sobre sus competidores. Ellos buscan desempeñar sus competencias globales en áreas centrales; no intentan copiar a sus competidores. Les disgusta ser dependientes de las organizaciones externas por experiencia; desean desarrollar su propia fuerza de trabajo, equipo y sistemas, pero también respetan las capacidades de otros. Por ello, de forma constante analizan el mundo exterior, particularmente a sus competidores más cercanos, para asegurarse de que están enterados del uso de nuevas ideas y enfoques.

La característica más reconocible de los manufactureros de clase mundial es su habilidad para adaptarse rápidamente a los clientes cambiantes y a los requerimientos de los mercados y diseñar, producir y entregar sus nuevos productos a los clientes más rápido que sus competidores.

Este tipo de manufactura es definida como una filosofía o ideología usada para lograr un estatus manufacturero de clase mundial. La esencia de la filosofía del WCM es la mejora continua que involucra a todos en la organización. Las empresas que adoptan esta filosofía constantemente buscan oportunidades para mejorar en sus principales áreas competitivas como la calidad, el costo, la entrega, flexibilidad e innovación. Tales mejoras son

esenciales para la supervivencia y rentabilidad. El énfasis en la mejora continua es la última prueba de una organización de clase mundial. Algunos autores explican que cualquier compañía ventajosa y que funcione de manera correcta puede desarrollar temporalmente una ventaja sobre sus competidores adoptando un particular proceso de diseño e innovación de productos o invirtiendo en una planta de producción que se encuentre en el "estado del arte". Puede aparentar inicialmente que una compañía como tal ha logrado paridad (equivalencia) con ellos, es decir, otras compañías que ciertamente compiten mediante sus capacidades de manufactura, pero si su nuevo diseño o planta es el logro de una meta por ella misma y la organización se atreve a experimentar nuevas cosas, la ventaja pronto se pierde.

Las prácticas de WCM poseen las siguientes características:

- Creencia formal en la planeación estratégica.
- Comunicación de dicha estrategia a todos los clientes y grupos de interés.
- Orientación a largo plazo.
- Rol estratégico en manufactura.
- Orientación a la mejora continua por medio de la calidad total.
- Integración de la relación cliente-proveedor.
- Atención estratégica en el desarrollo de los recursos humanos.

Udo *et al.* (1996), clasificaron los beneficios que se obtienen al implementar una práctica de manufactura de clase mundial en tangibles e intangibles. Los beneficios tangibles son aquellos que son fáciles de cuantificar y al mismo tiempo exigen una rigurosa concepción matemática del problema. Algunos de estos beneficios incluyen la reducción de costos de inventario, tiempos de inicio, tiempo de entrega, tasa de desperdicio, espacio requerido, costos de mano de obra y costos de herramientas. Los beneficios intangibles son más difíciles de cuantificar y son basados en la percepción subjetiva de las personas involucradas directamente con la práctica implementada. Algunos beneficios intangibles son: aumento de la competitividad, ajuste a un menor ciclo de vida del producto, desarrollo de experiencias de ingeniería y administración, mejores datos para administración, rápida respuesta a los paros de maquinaria, mejora del tiempo de respuesta a las variaciones de la demanda y mejor control de las partes. La proporción en que estos beneficios son presentados varían de una organización a otra. Dangayach y Deshmukh (2001) señalan que en los últimos años, la atención a las buenas prácticas se ha incrementado por parte de las estrategias de manufactura.

La característica más distintiva de una empresa de clase mundial es la capacidad de adaptarse rápidamente a la demanda cambiante del mercado y sus

clientes. Una empresa de este tipo es capaz de tener sus nuevos productos diseñados, producidos y entregados, mejor y más rápidos que su competencia. La compañía que lo logra tiende a crecer más rápido y ser más rentable que su competencia. Una empresa de manufactura de clase mundial constantemente busca oportunidades y está envuelta en un proceso de mejora continua. El inventario en proceso es de horas o días, no de meses. El tiempo de ciclo es de horas o días, pero no de semanas. La rotación de inventarios es mayor, mientras los costos de calidad son menores a 3%, con tiempos de preparación en minutos. Las compañías de clase mundial tienen convenios y una relación muy estrecha con universidades, en las cuales promocionan la investigación y el desarrollo para lograr una ventaja competitiva a largo plazo. Hacen uso de sistemas de manufactura celular, métodos estadísticos y desarrollan una planeación estratégica. Se enfocan en procesos para la simplificación de operaciones, con un marcado énfasis en la innovación. Estas empresas priorizan el enfoque al cliente, cuidando las ocho dimensiones de calidad aplicadas a servicios: tiempo, oportunidad, entrega completa, cortesía, consistencia, accesibilidad y conveniencia, exactitud y respuesta rápida.

Algunos de los principios que distinguen a una empresa de clase mundial son:

- Desarrollo de un sistema de comunicación e información eficiente que permite dar seguimiento a los pedidos de los clientes.
- La ingeniería de diseño hace uso de nuevas tecnologías que reducen el tiempo a la vez que mejoran la calidad y productividad.
- Reducen la complejidad de las partes mediante la modularidad del diseño y la simplificación de conceptos.
- Desarrolla relaciones horizontales para integrar diversas funciones.
- Mejora el flujo de materiales en el piso de producción.
- Mejora la flexibilidad para satisfacer la demanda cambiante del mercado por medio de la reducción de tiempos de arranque.
- Actualiza la capacidad de las máquinas mediante la automatización de bajo costo.
- Incrementa la habilidad de los trabajadores mediante la rotación del trabajo, el entrenamiento cross funcional y el empoderamiento.
- Mejora la comunicación de la planta usando métodos visuales.
- Desarrollan un liderazgo visionario motivando a las personas a trabajar en equipos multidisciplinarios, a identificar y eliminar el desperdicio y a crear valor para los clientes.
- Las compañías utilizan Benchmarking para evaluar y conocer las mejores políticas y prácticas de la industria a nivel mundial.
- Desarrollo de productos de acuerdo con las necesidades del cliente.



- Proceso basado en la demanda, no en la capacidad: únicamente se debe fabricar lo que se va a vender, sin importar si algunas máquinas no están funcionando.
- Énfasis en la simplificación y en la estandarización antes de automatizar.
- Programas de mantenimiento preventivo y predictivo basados en el involucramiento de todo el personal, tratando de minimizar fallas que interrumpen el proceso.
- Mejora de la confiabilidad del proceso. El control de la variabilidad de los procesos es esencial para el logro de altos niveles de calidad. Una serie de herramientas que es particularmente efectiva en la mejora de la confiabilidad de los procesos es el control estadístico de los procesos (SPC).

### 1.3. Los modelos y la ingeniería industrial

#### 1.3.1. Ingeniería de operaciones

Las organizaciones son desarrolladas para producir bienes y proveer servicios. Una típica organización tiene tres funciones básicas: finanzas, mercadotecnia y operaciones. Estas últimas, dentro de las organizaciones, producen los ítems que consumimos cada día (comida rápida, computadoras, celulares, cajeros automáticos, automóviles, etc.). Las operaciones son los procesos que adquieren las entradas *-inputs-* (personas, dinero y material) y las transforman en salidas *-outputs-* (bienes y servicios) consumidos por el público (figura 1.2).

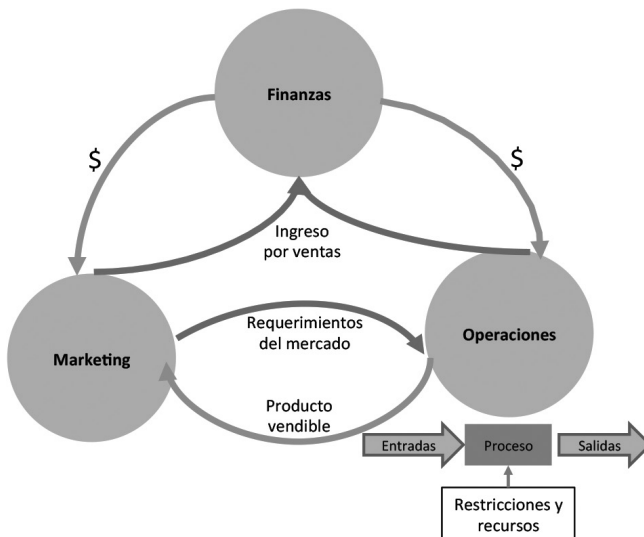


FIGURA 1.2. Proceso de transformación

La ingeniería industrial se especializa en el estudio de las operaciones dentro de una organización. En particular, es una rama de la ingeniería que se relaciona con el análisis, diseño, instalación y mejora de sistemas integrados por personas, materiales, información, equipo y energía, determinando las formas más efectivas en que deben ser utilizados los elementos productivos para fabricar un producto o proveer un servicio. El ingeniero industrial es el puente entre la metas de la dirección y el cumplimiento operacional (González Zúñiga, 2004). La administración de operaciones cubre muchas de las áreas con las que trata el ingeniero industrial, como planeación y control de la producción, programación de pisos, control y gestión de inventarios, diseño y localización de instalaciones, simulación, calidad, cadena de suministro y logística. Estas áreas provocan que el ingeniero industrial requiera conocimiento especializado de la administración de operaciones (Operations Management) para planear, coordinar y controlar los elementos de decisión a lo largo de la cadena de suministro. Pero también requiere conocer los principios, métodos y técnicas analíticas de la investigación de operaciones (Operations Research) para resolver problemas y optimizar el rendimiento de tales sistemas. En la intersección de la administración de operaciones y la investigación de operaciones surge la ingeniería de operaciones como una disciplina altamente cuantitativa e interdisciplinaria, enfocada a los resultados. La ingeniería de operaciones se encarga de la resolución de problemas que limitan a las organizaciones a lograr altos estándares de desempeño, haciendo uso de herramientas analíticas avanzadas para resolver problemas operacionales, con el fin de lograr resultados visibles para mejorar la productividad, minimizar costos, incrementar la capacidad y optimizar los niveles de servicio.

La ingeniería de operaciones ayuda a las empresas a mejorar su competitividad resolviendo problemas tales como:

- ¿Cómo asignar los recursos e inventarios para lograr el balance óptimo entre costo, nivel de servicio y productividad?
- ¿Cómo programar la planta, piso de producción, call center o red de transporte para responder de manera rápida al variable ambiente de negocios?
- ¿Cómo programar las actividades de carga y descarga de buques para minimizar el ship turnaround?
- ¿Cómo fijar precios óptimos?
- ¿Cómo rediseñar el producto o proceso para lograr calidad óptima?

En resumen, se puede señalar que la administración de operaciones es un campo del conocimiento que trata con la gestión de las operaciones siendo su función principal la planeación, coordinación y control de los elementos que conforman el proceso productivo, tomando decisiones que afectan

el diseño y la operación del sistema, tales como los inventarios, la planeación de la capacidad, producción, distribución y calidad entre otros. Por otra parte, la ingeniería de operaciones se enfoca a la resolución de problemas operacionales mediante el uso de herramientas analíticas como las que se mencionaron en líneas anteriores.

### 1.3.2. Modelación de operaciones

Se dice que  $M$  es un modelo de una situación  $X$  para un observador  $O$ , si  $O$  puede utilizar a  $M$  para responder cuestiones que le interesan acerca de  $X$  (anónimo). Esta definición destaca dos características generales de los modelos: 1) un modelo es una representación abstracta de la realidad generada por un observador (modelador) y 2) sirve como herramienta de apoyo en la toma de decisiones. Para definir el enfoque de modelación de operaciones se deben definir los conceptos de problemas y soluciones.

Problemas. ¿Qué es un problema? Cada día nos enfrentamos a problemas, pero no es sencillo definirlos. Éstos existen cuando lo que ocurre difiere de lo que “debería ocurrir”. Lo que está sucediendo es el estado actual y lo que debería suceder es el estado meta. Se conocen el estado actual y el estado deseado en los problemas bien estructurados, un ejemplo es encontrar el mínimo de una función cuadrática. El estado actual es la función; el estado meta es su mínimo. Otros problemas tienen una estructura pobre. Éstos pueden no tener un estado meta claro, ni siquiera un estado actual bien definido. La definición del problema es importante, puesto que es el punto de partida tanto para su resolución por medio de herramientas analíticas como mediante metodologías de clase mundial. Es fundamental lograr una buena definición del problema para no caer en la situación descrita por Jackson (2000): a menudo fallamos no por resolver mal el problema correcto, sino por resolver bien el problema equivocado.

Soluciones. Los problemas comunes no desaparecen a menos que se haga algo para resolverlos. Esta intervención se llama *solución del problema*. Se buscan soluciones rápidas y sencillas pero, con frecuencia, los problemas complejos requieren soluciones complejas. La solución de la mayor parte de los problemas bien estructurados es sencilla. Para encontrar el mínimo de una función cuadrática se usan la primera y segunda derivadas. La solución con estructura pobre no es obvia. ¿Cómo se puede reducir el hambre en el mundo? Una gran parte de la solución es la transformación de un problema con estructura pobre en uno bien estructurado. Para resolver la problemática deben existir cinco condiciones:

1. Una diferencia entre el estado actual y el estado meta, es decir, que exista un problema.
2. La conciencia de la diferencia, en la que se reconoce el problema.
3. La motivación para disminuir la diferencia, esto es, el problema es importante para alguien y tiene un impacto, y se dedicarán recursos para resolverlo.
4. La habilidad para "medir" el tamaño de la diferencia; se tiene una idea de la magnitud del problema y se sabe si ocurre una mejora.
5. La habilidad y los recursos para disminuir la diferencia; se cuenta con la metodología para resolver el problema y los recursos para llevar a cabo la solución.

Si falta una o más de estas condiciones es poco probable que la solución del problema tenga éxito. Si estas condiciones existen, se puede proceder con la solución. Aunque no hay una mejor manera de resolver los problemas de estructura pobre, se presenta un marco de referencia que puede ser útil.

Analista de problemas. ¿Quién resuelve los problemas? La persona que tiene un problema o alguien contratado para resolverlo puede ser el analista de problemas. En el ambiente de producción, el analista puede ser un administrador, un analista de sistemas o un ingeniero industrial. Con frecuencia hay varios analistas de problemas trabajando juntos; para que la presentación sea más sencilla se usará el singular. En este libro, usted será el analista.

Debido a que los solucionadores de problemas son personas, no son infalibles. Los valores, tendencias y juicios personales afectan el proceso de solución. Si existe o no un problema depende del punto de vista de una persona, pero el hecho de reconocer que éste puede ser tendencioso debe minimizar su impacto. El conocimiento y la experiencia de un analista de problemas también influyen. Si una persona tiene más herramientas, también tendrá más opciones de solución. La experiencia enseña qué herramientas usar en ciertas situaciones e incluso ayuda a inventar nuevas opciones o a adaptar las conocidas a nuevas situaciones. Si una herramienta específica no forma parte del acervo de herramientas, no se usará.

La modelación como herramienta de análisis. La modelación es una herramienta de análisis extremadamente poderosa y efectiva que provee a los administradores la oportunidad de evaluar varias respuestas alternativas para la solución de problemas. La formulación y solución de problemas reales mediante el uso de la modelación requiere una combinación de arte y ciencia. Según Taha (2000) cuando el analista crea un modelo partiendo de una concepción de la realidad por medio del uso de relaciones lógicas se habla del *arte de construir modelo*; en cambio, cuando da solución al modelo creado se habla de la *ciencia de la modelación*.

Un modelo es una versión idealizada de una situación real observada por un modelador para representar y estudiar de manera simplificada una porción de dicha realidad (Gass, 1989). Los modelos son un medio invaluable capaz de extraer la esencia del sistema (o situación) bajo estudio, mostrando sus interrelaciones y facilitando su análisis (Hiller y Liberman, 2002). Los modelos pueden ser abstracciones mentales, físicas o matemáticas de la realidad. Un modelo mental es una idealización de una realidad específica. Un modelo físico es un diseño visual pensado a escala de una situación u objeto específico. Los modelos matemáticos también son representaciones idealizadas, pero están referidas en términos de ecuaciones, símbolos y expresiones matemáticas que describen la esencia de la situación o problema. Pueden ser descriptivos o prescriptivos en naturaleza (por sus salidas). Los modelos de simulación tienden a ser descriptivos al ser capaces de estimar el desempeño de un sistema con base en variables de entrada; por su parte, los modelos de programación matemática, como la programación lineal, tienden a ser prescriptivos pues al resolver el modelo arroja los valores de las variables considerando las restricciones presentes (Askin *et al.*, 1993).

La modelación es el "arte" de construir modelos, dado que el éxito de todas las fases que preceden a su solución depende en gran medida de la creatividad y experiencia del modelador. La ciencia toma lugar cuando el modelo es solucionado en virtud del razonamiento que implican sus relaciones matemáticas (Taha, 2000). La modelación es una herramienta de análisis sumamente poderosa que permite a las organizaciones probar y priorizar respuestas alternativas a los cambios en las condiciones de los negocios, así como identificar las debilidades de sus sistemas actuales (D'Este, 2001). Aunque la modelación es un enfoque integrado cuyo papel principal es explicar y predecir (Gass, 1989) sirve para varias funciones como:

1. Optimizar. Encontrando los mejores valores para las variables de decisión mediante la maximización o minimización de los valores en sus relaciones.
2. Probar teorías. Proporcionando mecanismos que separan la influencia de factores específicos que afectan al sistema e identificando las relaciones causa-efecto.
3. Priorizar opciones. Probando y posicionando opciones para identificar las más prominentes para una futura investigación.
4. Predecir. Analizando y evaluando de manera anticipada los efectos de diferentes condiciones operativas y de factores externos en la funcionalidad y robustez del sistema.
5. Minimizar riesgos. Realizando un análisis de sensibilidad sobre variables que pudieran afectar drásticamente al sistema.
6. Explicar ideas. Visualizando a los sistemas complejos y las consecuencias

de escenarios alternativos que permitan proveer un mejor entendimiento del sistema.

El modelador siempre debe tener en mente que un modelo es un medio, no un fin. Es construido para representar de manera simplificada los factores relevantes de un sistema real, posteriormente, se obtiene una solución para que el modelador, con conocimiento relevante de factores externos no incluidos en el modelo, la modifique y tome una decisión (Askin *et al.*, 1993).

En el contexto de la ingeniería de operaciones, cuando los analistas se enfrentan con la tarea de planear y administrar un sistema, comienzan por construir un modelo mental de la situación para probar posibles cursos de acción. Cuando el sistema implica más interrelaciones y se vuelve más complejo, el modelo mental requerido para representar la situación real se vuelve más grande y complejo que virtualmente es imposible de resolver con métodos intuitivos. La alternativa es construir un modelo matemático que represente el comportamiento del mundo real del sistema (D'Este, 2001).

#### 1.4. Metodologías de clase mundial

Un estudio enfocado a examinar el uso de las prácticas de manufactura de clase mundial revela que 25.9% de las empresas encuestadas (que han implementado alguna práctica de manufactura de clase mundial) no observaron ningún progreso en su eficiencia; 49.2% observó progreso leve; 22.7% observó un progreso significativo, y tan sólo 2.1% observó un progreso considerable. Respecto a las principales prácticas implementadas se tiene la siguiente información: manufactura esbelta (35.7%); TQM (14.1%); lean six sigma (7.7%); teoría de restricciones (4.9%); manufactura ágil (4.6%); seis sigma (3.3%); Toyota Production System (1.4%). El 21% indicó no haber utilizado una técnica en específico, 7.2% restante mencionó otras técnicas.

##### 1.4.1. Principios, técnicas y herramientas

Las prácticas de manufactura de clase mundial representan filosofías de operación o metodologías que están sustentados en principios y herramientas (véase figura 1.3). Es importante reconocer que las filosofías de clase mundial están basadas en ciertos principios de eficiencia de operación y des-

<sup>1</sup> Véase D'Este (2001) para una descripción más amplia de estas funciones en un sistema logístico.

criben un proceso metodológico para usar las herramientas. Por ejemplo, la filosofía de manufactura esbelta está basada en el principio de reducción de desperdicios, y para ello hace uso de herramientas como el VSM, SMED, sistemas Kanban y manufactura celular, entre otros. Otro ejemplo lo podemos encontrar en el seis sigma, basada en el principio de reducción de variabilidad, para ello hace uso de DOE y 7H, entre otros.



FIGURA 1.3. Filosofías, herramientas y principios de clase mundial

### 1.4.2. La ruta de la calidad

La ruta de la calidad es una metodología enfocada a la solución de problemas operacionales basada en el principio de mejora continua. La ruta de la calidad hace uso de las siete herramientas básicas de calidad para identificar el problema, fijar objetivos, diagnosticar la situación actual, proponer y evaluar soluciones, verificar las mejoras obtenidas y definir mecanismos de control, que propicien la mejora continua. La figura 1.4 describe los pasos de la metodología de la ruta de la calidad.

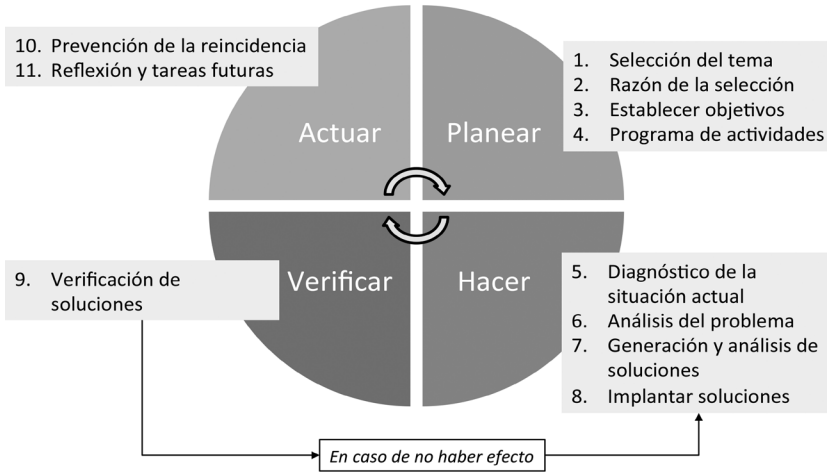


FIGURA 1.4. La ruta de la calidad

### 1.4.3. Las ocho disciplinas

Las 8 disciplinas son una metodología enfocada a la solución de problemas. Se basa en el principio de mejora continua y empoderamiento de los empleados para identificar las causas raíz de los problemas y definir las acciones correctivas permanentes que eviten la recurrencia. Las ocho disciplinas hacen uso de las 5W+1H y de las 7H para definir el problema, identificar las causas raíz, diseñar acciones correctivas y controlar el sistema. La figura 1.5 describe esta metodología.

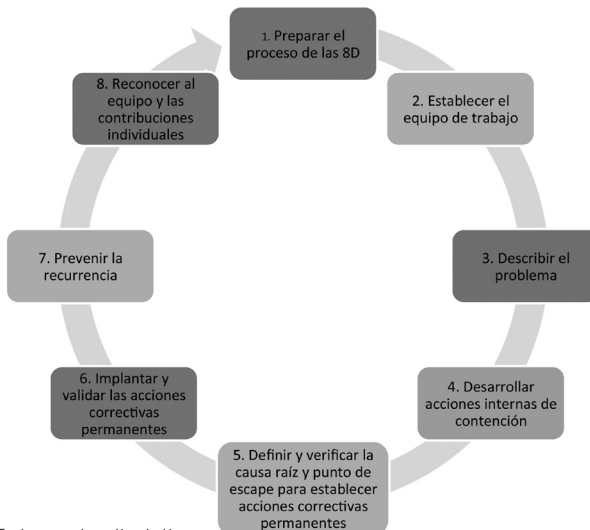


FIGURA 1.5. Las ocho disciplinas



#### 1.4.4. Seis sigma

Seis sigma es una estrategia de mejora de negocios que busca eliminar causas de errores o defectos en los procesos de negocio enfocándose a los resultados que son de importancia crítica para el cliente. Es una estrategia de gestión que usa herramientas estadísticas y métodos de proyectos para lograr mejoras significativas en calidad y utilidades. El objetivo del seis sigma es que, a lo sumo, un proceso genere 3.4 defectos por un millón de oportunidades (DPMO's).

Esta estrategia de mejora se logra al reducir la variabilidad en los productos, procesos y servicios, por lo que así se reducen los costos, tiempos de ciclo y aumentan la satisfacción del cliente y las utilidades. Los pasos que integran a la metodología seis sigma son (véase la figura 1.6 que describe los pasos de la metodología seis sigma):



FIGURA 1.6. Metodología seis sigma

#### 1.4.5. Manufactura esbelta

La manufactura esbelta está basada en el principio de generación de valor por medio de la eliminación del desperdicio. Desde el punto de vista de la manufactura esbelta, el valor agregado es todo proceso que cambia la forma, ajuste o función del producto para cumplir con las especificaciones de cómo lo quiere el cliente; en pocas palabras, el valor es el trabajo por el cual el cliente está dispuesto a pagar. Para incrementar el valor agregado en las industrias y me-

jorar las operaciones, la manufactura esbelta utiliza una matriz de valor (véase figura I.7). Así, para cada una de las actividades que son desarrolladas dentro del proceso productivo, el analista se debe hacer dos preguntas: ¿la actividad es necesaria? y ¿la actividad agrega valor? Si la actividad SÍ es necesaria y SÍ agrega valor (como el embalado de productos) ésta se debe mejorar u optimizar. Si la actividad NO es necesaria para que el producto o servicio cumpla con la función para el cual fue diseñado, pero SÍ agrega valor (como el servicio de transporte terrestre con internet inalámbrico), este plus deberá venderse al cliente y ocuparlo como un punto de ventaja competitiva. Ahora, todas las actividades que no agregan valor serán consideradas como desperdicios por la manufactura esbelta. Algunos desperdicios no pueden ser evitados y por el contrario, se vuelven necesarios; en este caso deben ser minimizados (como los tiempos de espera de las partes ante una máquina considerada “cuello de botella”). En los casos en que los desperdicios (o actividades que no agregan valor) no son necesarios deben ser eliminados (como el sobreprocesamiento o la sobreinspección).

La manufactura esbelta identifica siete tipos de desperdicios: 1) sobreproducción, o producir más de lo que se es capaz de vender; 2) espera, o tiempos de espera muy largos; 3) transporte en exceso o movimiento de las partes dentro del piso de producción; 4) inventarios en exceso; 5) sobreprocesamiento, realizar sobre una misma pieza más actividades de las requeridas para agregarles valor; 6) movimiento, o el exceso de movimiento de los operadores, y 7) defectos en las partes o máquinas.

		¿Agrega valor?	
		SÍ	NO
¿Necesaria?	SÍ	Mejorarla	Minimizarla
	NO	Venderla al cliente	Eliminarla

FIGURA I.7. Matriz de valor agregado

Niño & Bednarek (2010) identifican cinco pasos dentro de su metodología para implantar sistemas de manufactura esbelta (véase figura I.8):

- Diagnóstico y preparación. Para conocer el estado actual en que se encuentra la empresa.

- Lanzamiento. Para conocer y medir la capacidad de producción del sistema actual y rediseñar el layout.
- Estabilización. Reduciendo los desperdicios en actividades relacionadas con preparaciones, mantenimientos y calidad, y estabilizando el proceso de producción.
- Estandarización. Optimizando los métodos de trabajo.
- Flujo. Para mantener la estabilidad y flexibilidad previamente alcanzadas.

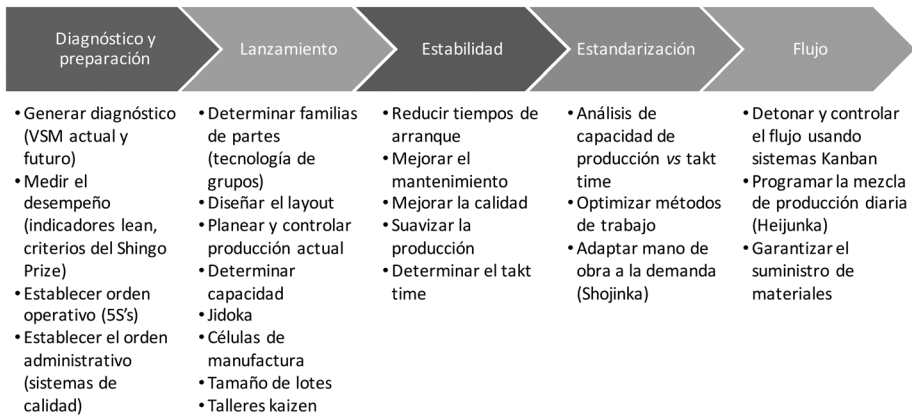


FIGURA I.8. Metodología de manufactura esbelta. Adaptado de Niño y Bednarek (2010)

El pensamiento esbelto tiene sus principios en el sistema de producción Toyota, descritos en el libro *The Machine that Changed the World* (Womack et al., 1990).

Las herramientas originales de este pensamiento incluyen:

- Kanban. Una señal visual para controlar el flujo del producto a través del proceso de manufactura, conforme éste es requerido por el cliente.
- 5 S's. Una técnica de limpieza visual para el control del piso de producción.
- Visual control. Un método visual controlado por los operadores para medir el rendimiento del piso de producción.
- Poke yoke. Un conjunto de técnicas, generalmente mecánicas, que evitan cometer errores.
- SMED (single minute exchange of dies). Una serie de técnicas para reducir los tiempos de preparación de equipo.

Shah & Ward (2003) identifican las principales herramientas de la manufactura esbelta (véase el cuadro I.2).

CUADRO 1.2. Principales prácticas de la manufactura esbelta.

Práctica Lean	Porcentaje relativo
JIT / Flujo continuo de producción	9.58%
Kanban	9.58%
Técnicas de cambio rápido	9.58%
Reducción de tamaño de lotes	8.38%
Programas de mejora continua	6.59%
Fuerza de trabajo cross funcional	6.59%
Mantenimiento preventivo	6.59%
Total Quality Management	6.59%
Equipos autodirigidos	5.99%
Manufactura celular	4.19%
Enfoque en la producción de fábrica	4.19%
Heinjuka	3.59%
Benchmarking competitivo	3.59%
Reducción de tiempos de ciclo	2.99%
Medidas de capacidad de procesos	2.99%
Optimización del mantenimiento	1.80%
Estrategias de planeación y programación	1.80%
Reingeniería de procesos de producción	1.80%
Programas de mejora de la seguridad	1.80%
Nuevos procesos tecnológicos	1.20%
Programas de administración de la calidad	0.60%

Fuente: Elaborado a partir de Shah & Ward (2003)

## 1.5. Conclusiones

Los ingenieros industriales disponen de una amplia variedad de herramientas para la resolución de problemas. Algunas de ellas son de tipo metodológicas (como las prácticas de manufactura de clase mundial) que están basadas en principios de racionalización y mejora continua y que definen una estructura para utilizar diversas técnicas desarrolladas desde hace varios años para mejorar el funcionamiento de las organizaciones. Las otras son las herramientas analíticas, que se implementaron dentro del campo de la investigación de ope-

raciones y la estadística. Es importante que el ingeniero industrial entienda que cada herramienta tiene su función y que muchas son complementarias.

La ingeniería industrial debe enfocarse a la resolución de problemas, estudiando los principales conflictos de decisión dentro de una empresa en cursos de administración de operaciones; estudiando el fundamento teórico de las herramientas analíticas en cursos de investigación de operaciones y estadística, finalmente, estudiando y aplicando métodos para la resolución de problemas operacionales en cursos de ingeniería de operaciones, usando herramientas analíticas avanzadas para resolver este tipo de problemas y aplicando prácticas de manufactura de clase mundial, con el fin de lograr resultados evidentes al mejorar la productividad, minimizar costos, incrementar la capacidad y mejorar los niveles de servicio.

## 1.6. Estudios de caso

El resto de los capítulos que contempla este libro hacen uso de las siguientes herramientas

Herramientas:

- DEA (Data Envelopment Analysis)
- Análisis factorial
- Planeación estratégica
- Modelos de indicadores

y desarrolla su aplicación en las siguientes industrias

Aplicaciones:

- Terminal contendores
- Sector petroquímico
- Empresa de transporte
- Empresa manufacturera
- Empresa textil
- Empresa de paquetería

## 1.7. Referencias

- Askin, R. G. y C. R. Standridge (1993), *Modeling and analysis of manufacturing systems*, Wiley.
- Askin, R. G. y J. B. Goldberg (2002), *Design and Analysis of Lean Production Systems*. Wiley.
- Baca, Gabriel (2002), *Evaluación de proyectos*, McGraw-Hill, 4ª edición, México.
- Balle, M. (1995), *The Business Process Re-engineering Action Kit*, Kogan Page, Londres. Querying.
- Barbara B. Flynn, Roger G. Schröder y E. James Flynn (1999), World Class Manufacturing: an investigation of Hayes and Wheelwright's foundation. *Journal of Operations Management*, vol. 17, pp. 249-269.
- Christopher W. L. Hart (1995), "Mass customization: conceptual underpinnings, opportunities and limits", *International Journal of Service Industry Management*, vol. 6, núm. 2, pp. 36-45.
- Dangaych, G. S. y Deshmukh, S. G. (2001), "Manufacturing strategy, literature review and some issues", *International Journal of Operation & Production Management*, vol. 21, núm. 7, pp. 884-932.
- Evans, James y Lindsay, William (2000), *Administración y control de la calidad*, Thompson, 4ª edición, México.
- Goldratt, Eliyahu M.; Jeff Cox. *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*. Great Barrington, MA.: North River Press.
- González Z. D., Escalante, L. A. y Escalante, L. H. (1997), "Manufactura de clase mundial", *La Academia*, mayo-junio de 1997. Disponible en: [http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/ipn/academia/9/sec\\_11.htm](http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/ipn/academia/9/sec_11.htm), visitado el 30 de agosto de 2004.
- Hopp, W. y M. Spearman (2000), *Factory Physics*. McGraw-Hill/Irwin.
- Jong, Joon and Kleiner, Brian (1997), "How to implement activity-based costing", *Logistics information management*, Vol. 10 No. 2, pp. 68-72.
- Kerry D. Swinehart, Philip E. Miller, y Chairat Hiranyavasiit, "World Class Manufacturing: strategies for continuous improvement". *Business Forum*, vol. 25, núm. 1-2, 19-27.
- Mathaisel, B.F. (1993), "Managing IS across borders", *Chief Information Officer Journal*, vol. 5, núm. 6, pp. 33-37.
- Mize, J. H. (1987), "Success factors for advanced manufacturing systems", *Proceedings of the Institute of Industrial Engineers*, Spring Conference, IIE Press, Atlanta, GA.
- Muscatello, M. y Green, T. J., (1990) "The hurdles of manufacturing systems implementations", *Computers and Industrial Engineering*, vol. 19, núm. 104, pp. 136-39.

- Niño Luna Luis Fernando, Mariusz Bednarek (2010), "Metodología para implantar el sistema de manufactura esbelta en PyMES industriales mexicanas", *Ide@s CONCYTEG* 5(65): noviembre.
- Rachna Shah, y Peter T. Ward (2003), "Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance", *Journal of Operations Management*, vol. 21, pp. 129-149.
- Richard J. Schonberger. *World Class Manufacturing: the next decade*.
- Ronald G. Askin, y Jeffrey B. Goldberg, Design and Analysis of Lean Production Systems, *Manufacturing Strategy and the Supply Chain*.
- Ronald G. Askin, y Jeffrey B. Goldberg, *Design and Analysis of Lean Production Systems*.
- Satya S. Chakravorty, y Douglas N. Hales (2008), "The evolution of manufacturing cells: An action research studies", *European Journal of Operational Research*, vol. 188, pp. 153-168.
- Shuguang, L. y Rongqiu, C. (1998), "Understanding and implementing CIM through BPR", *International Journal of Operations & Production Management*, 18(11), pp. 1125-1133.
- T. Melton (2005), "The benefits of lean manufacturing, what lean thinking has to offer the process industries?", *Chemical Engineering Research and Design*, vol. 83, núm. A6, pp. 662-673.
- Udo, Godwin J. y Ehie, Ike C. (1996), "Advanced manufacturing technologies, Determinants of implementation success", *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 16, núm. 12, pp. 6 - 26.
- Voss, C. (1986), "Implementation of manufacturing technologies: a manufacturing strategy approach", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 6, núm. 4, pp. 17-26.
- Wallace J. Hopp, y Mark L. Spearman. *A Science of Manufacturing Factory Physics*.





## II. EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA TÉCNICO-OPERATIVA DE UN NUEVO EQUIPO PARA TRANSFERENCIA DE CONTENEDORES

### 2.1. Introducción

El Transtainer RAVAMO (equipo propuesto por uno de los autores) es un tipo de grúa de pórtico con estructura de acero montada sobre ocho ruedas neumáticas, cuatro por bancada. En el interior hay un motor de combustión interna y un generador eléctrico encargados de impulsar al equipo (véase figura II.1). Cuatro son los postes de acero que forman la estructura vertical y en la parte superior de éstos se encuentra otra estructura de acero, en donde se ubica la caseta del operador y el sistema operativo del Spreader. El espacio vacío que queda entre bancadas, se destina para, mediante un Spreader, enganchar el contenedor. Éste puede ser trasladado a una distancia prudente del suelo, por la explanada de la terminal para ser apilado, pero su función principal es realizar la transferencia de contenedores entre medios de transporte terrestre, específicamente, tractocamiones y ferrocarriles.

Uno de los puntos más buscados en las terminales portuarias es la optimización del área de maniobra. Con RAVAMO es posible realizar la transferencia de contenedores entre distintos medios de transporte terrestre y también adecuar el tamaño del equipo para reducir el espacio de maniobra al tiempo que se incrementa la velocidad de transferencia con respecto a los Reach Stackers. Una característica única del equipo propuesto es poder variar la distancia entre bancadas a un mínimo de dos y un máximo de tres medios de transporte. Con esto es posible optimizar el área de trabajo e incrementar la productividad.

El principal objetivo de este estudio consiste en evaluar la productividad y eficiencia técnico-operativa de equipos para transferencia de contenedores en las terminales portuarias, empleando DEA-CCR. Para ello:

1. Se caracterizaron las operaciones de carga y descarga de contenedores de los equipos Reach Stacker y Straddle Carrier desde la perspectiva de la productividad y la eficiencia técnico-operativa;
2. se simplificaron a su mínima expresión los movimientos requeridos para un ciclo completo de transferencia de contenedores entre medios de transporte terrestre;
3. se determinaron las medias operacionales del equipo propuesto con base en los datos obtenidos de los equipos Reach Stacker y Straddle Carrier;

4. se asignaron a los equipos distancias de desplazamiento en los procesos de transferencia de contenedores en primera y segunda línea para determinar su productividad;
5. se aplicó el análisis envolvente de datos (DEA) para determinar la eficiencia técnico-operativa de los equipos durante el proceso de transferencia de contenedores.



FIGURA II.1. Propuesta de equipo especializado para manipulación de contenedores: Transtainer RAVAMO

La hipótesis planteada establece que en los procesos de transferencia de contenedores a segunda línea, la productividad y eficiencia del equipo propuesto por RAVAMO es mayor que la media operacional de los equipos y Straddle Carriers (figura II.2) y Reach Stackers (figura II.3).



FIGURA II.2. Straddle Carrier.  
Fuente: [www.konecranes.com](http://www.konecranes.com)

El estudio forma parte integral de un proyecto de investigación enfocado a eficientar, mediante el desarrollo de nuevos equipos portuarios, el proceso de transferencia de contenedores entre medios de transporte terrestre. Su alcance está en caracterizar el problema de la transferencia de contenedores en su forma más básica y genérica, para con ello alimentar un modelo que permita determinar la productividad y la eficiencia en los equipos. El estudio se compone de un análisis computacional sobre un conjunto de instancias (problemas representativos). Los resultados de la evaluación facilitan la toma de decisiones en la asignación y adquisición de nuevos equipos de transferencia de contenedores en las terminales portuarias, ya que se podrán predecir las capacidades operacionales. La figura II.2 muestra una réplica del equipo Straddle Carriers, la figura II.3 muestra una réplica del equipo Reach Stacker.



FIGURA II.3. *Reach Stacker.*  
Fuente: [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com)

## 2.2. Fundamentos

### 2.2.1. *Terminal de contenedores*

De manera general, una terminal de contenedores puede concebirse como un intercambiador entre medios de transporte dotado de una capacidad determinada de almacenamiento en tierra, en aras de regular los diferentes ritmos de llegadas y salidas de los medios de transporte terrestre y marítimo. Su objetivo esencial es proporcionar los medios y la organización necesarios para que el intercambio de contenedores entre los modos de transporte terrestre y marítimo se realice con rapidez, eficiencia, seguridad, respeto al medio ambiente y a la economía. En el presente trabajo se denominará sistema a todos los elementos que comprenden una terminal portuaria, y para facilitar su estudio se dividirá en los siguientes cuatro subsistemas (véase la figura II.4).

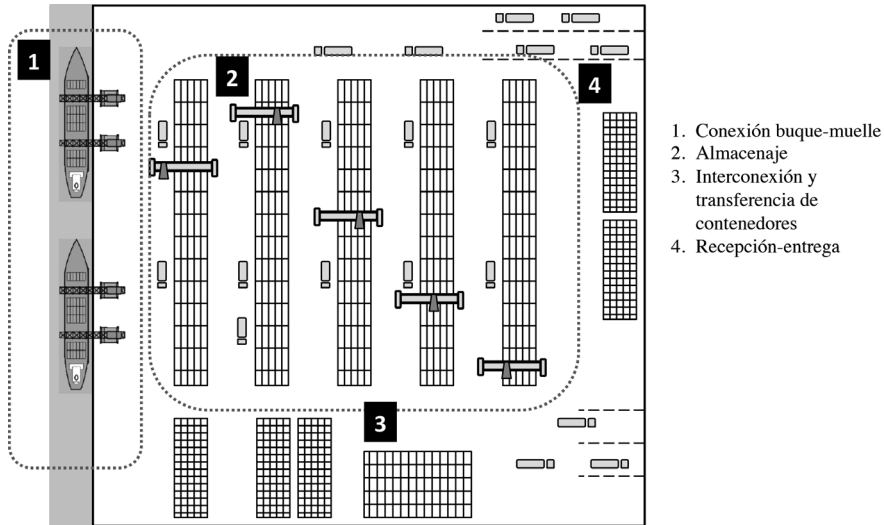


FIGURA II.4. Esquema general y subsistemas de una terminal portuaria

## 2.2.2. Eficiencia y desempeño portuario

Existen diversas formas de medir la eficiencia o productividad portuaria, las cuales se pueden resumir en tres grandes categorías: indicadores físicos, indicadores de productividad del factor e indicadores económicos y financieros (Trujillo y Nombela, 1999) mencionados por Bichou y Gray (2004: 48-49).

1. Los *indicadores físicos* generalmente hacen referencia a mediciones de tiempo y están principalmente interesados con el buque (por ejemplo, tiempo de viaje, tiempo de espera, tasa de ocupación en muelle, tiempo de trabajo en muelle). Algunas veces, la coordinación con los modos terrestres de transporte son medidos, por ejemplo, tiempo de carga o el tiempo transcurrido entre la descarga de un buque hasta que abandona el puerto.
2. Los *indicadores de productividad del factor* también tienden a enfocarse sobre el lado marítimo del puerto, por ejemplo, para medir capital y mano de obra requerida para cargar o descargar bienes de un buque.
3. De manera similar, los *indicadores económicos y financieros* están usualmente relacionados con el acceso marítimo; por ejemplo, operar el gasto o ingreso total o excedente relacionado con el tonelaje bruto registrado o el tonelaje neto registrado, o cargos por TEU's.<sup>2</sup>

Los modelos de frontera han valorado la eficiencia portuaria dentro de un único país (Liu, 1998) y a través de diferentes países (Song, 2001), referenciados por Bichou y Gray (2004:49). Los modelos recientes utilizan el DEA para evaluar la eficiencia portuaria (Roll, 1993: 153-161 y Valentine, 2001:1-16 mencionados por Cullinane, 2002:743-762) y sugieren que la medida de un puerto o una terminal está positivamente correlacionada con su eficiencia; mientras Coto-Millán (2000:169-174) encontró que los grandes puertos tienden a ser económicamente ineficientes. Tales resultados conflictivos en apariencia, sugieren que la generalización es difícil y que la organización estructural compleja de los puertos es un obstáculo para conducir una válida comparación y medición del desempeño portuario (Bichou y Gray, 2004:49).

Lee *et al.*, (2007) proponen un algoritmo para la programación de dos *transtainers* en operaciones de carga de una grúa pórtico hacia dos bloques diferentes con el objetivo de minimizar el tiempo total de carga en las áreas de *staking*. Cao *et al.*, (2008) proponen un algoritmo de recosido simulado que ayude a determinar una estrategia de operación eficiente para sistemas RMG en la carga de contenedores de salida. Yang y Lin (2013) comparan el desempeño de cuatro tipos de equipos usados en el manejo de contenedores desde una perspectiva verde. Li *et al.*, (2012) proponen un modelo para la programación de grúas de patio con trabajos de último minuto.

### 2.2.3. DEA y desempeño de terminales de contenedores

El análisis envolvente de datos (DEA) es uno de los enfoques más importantes para medir la eficiencia. Desde su desarrollo en 1978, ha sido extensamente utilizado para analizar la eficiencia relativa. También se han producido varias aplicaciones del DEA en la industria portuaria (Wang, 2002:1-2). Comparado con las mediciones de desempeño portuario tradicional, las funciones DEA inherentes lo hacen posible para capturar el desempeño total de una terminal de contenedores y comparar su eficiencia. Los resultados del DEA pueden proveer un benchmarking para operadores y propietarios de terminales, así los operadores ineficientes pueden aprender exactamente dónde están sus deficiencias y, por lo tanto, cómo podrían mejorar su producción. Además, los resultados derivados de un DEA pueden tener demasiadas implicaciones políticas y gerenciales.

<sup>2</sup> Una TEU es la capacidad de carga de un contenedor normalizado de 20 pies (6,1 m), una caja metálica de tamaño estandarizado que puede ser transferido fácilmente entre diferentes formas de transporte como buques, trenes y camiones.

Cuando el DEA se aplica, es necesario tener precaución en la elección de la DMU.<sup>3</sup> Es sólo razonable comparar diferentes unidades con las funciones de producción similar. En otras palabras, sería una pérdida de tiempo comparar un puerto de contenedores con una terminal petrolera. Sólo la eficiencia o ineficiencia técnica de terminales puede ser medida con normalidad por el DEA, más que cualquier eficiencia o ineficiencia asignativa. Esto es por los diferentes sistemas de precios y políticas portuarias. Este argumento es altamente apoyado por el hecho de que la mayoría de los estudios previos se enfocan en la eficiencia técnica más que en la asignativa (Wang, 2002:3-10).

El DEA es un enfoque "orientado a los datos" para evaluar el desempeño de un conjunto de entidades similares llamadas unidades de toma de decisión (DMU's) que transforman múltiples *inputs* en múltiples *outputs*. La definición de una DMU es genérica y flexible.

En años recientes se ha visto una gran variedad de aplicaciones de DEA para evaluar los desempeños de diferentes clases de entidades, en diferentes actividades, contextos y países. Esas aplicaciones de DEA han utilizado DMU's de varias formas para calificar el desempeño de entidades como hospitales, universidades, ciudades, cortes, firmas de negocios, entre otros (Cooper, 2004:1-2).

A partir de las cantidades empleadas de *inputs* y las cantidades producidas de *outputs*, los modelos DEA determinan cuáles son las mejores prácticas, comparando la DMU escogida con todas las posibles combinaciones lineales del resto de unidades de la muestra, para definir posteriormente una frontera de producción empírica. La eficiencia de cada DMU analizada se mide como la distancia a la frontera. El uso de la técnica DEA se ha enfocado al campo de la producción para la medición de la eficiencia, o en su caso, para proporcionar las estimaciones necesarias sobre productividad. En este sentido, la definición de eficiencia utilizada en el modelo está dada por (Mercado, 1997, citado por Navarro, 2005:56):

Eficiencia = Total de salidas (outputs) / total de entradas (inputs)

De manera más general la eficiencia puede definirse como:

$$E = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}} \quad (1)$$

o formalmente:

$$E = \frac{\sum_{i=0}^N v_i y_i}{\sum_{i=0}^N u_i x_i} \quad (2)$$

<sup>3</sup> Unidades de toma de decisión (DMU: Decisión Making Units).

donde

- E: Eficiencia,
- $x_i$ : Entradas (inputs)
- $y_i$ : Salidas (outputs)
- $u_i$  y  $v_i$ : Importancias relativas de cada uno de los parámetros.

El principal problema de evaluación de eficiencia se terminaría si el analista conociera de antemano la importancia relativa de cada una de las entradas y salidas. Sin embargo, esta información es, en general, desconocida.

#### 2.2.4. Selección de inputs y outputs en terminales

Las variables *input* y *output*, han sido seleccionadas por diversos autores para construir los modelos DEA. La elección de estas variables es de gran importancia para la aplicación del modelo DEA (Thanassoulis, 2001:1-277). Las *input* contienen información sobre recursos humanos tales como cuántos estibadores y personal administrativo, entre otros; recursos naturales y recursos hechos por el hombre, como el área de la terminal, número de grúas, número de muelles para contenedores, número de remolcadores, etc. Las variables *output* deberían incluir variables de flujo de carga, como la cantidad de carga utilizada por los contenedores; la calidad del servicio al cliente, como el tiempo de retraso de un buque al puerto, entre otros. Sin embargo, como se puede esperar, la elección de las variables de *input* y *output* también es influenciada, en un sentido práctico, por la disponibilidad de datos (Wang, 2002:15-16). Se utilizó en este estudio una muestra de 12 equipos involucrados en la operación de una terminal portuaria.

#### 2.3. Método

Se generaron inferencias lógico-deductivas de la eficiencia y productividad técnico-operativa de los equipos Reach Stackers, Straddle Carriers y RAVAMO en los procesos de transferencia de contenedores en 1ª y 2ª línea entre medios de transporte terrestre, para, finalmente, concluir sobre la hipótesis y poder comprobar los datos (Bernal, 2000: 57). La muestra de 12 equipos que fue estudiada contempla las marcas de los equipos empleados en una terminal portuaria y los modelos que por características técnico-operativas pudieran tener lugar dentro de esta terminal especializada. Aun cuando la terminal portuaria no estaba diseñada para emplear equipos Straddle Carrier,

fue necesario incluirlos en el estudio debido a que fungieron como referencia en características, capacidades y cualidades para determinar el diseño y las medias operacionales del equipo propuesto por RAVAMO.

La muestra sirvió para llevar a cabo la investigación y la aplicación de la técnica del análisis envolvente de datos (DEA) en la medición de la eficiencia de cada uno de los equipos. Metodológicamente el número de DMU's debe ser mayor al número total de *inputs* y *outputs* considerados (Lo, 2001, citado en Navarro, 2005:70). En este trabajo tenemos nueve *inputs* y un *output*, la suma de éstos nos da como resultado 10. Por lo tanto, como se mencionó, al ser 12 los equipos (DMU's) empleados, se cumplirá cabalmente con lo estipulado por la metodología. La estimación econométrica se desarrolló adoptando la idea inicial de eficiencia a la forma funcional de una frontera, que indica la máxima producción para una combinación de factores dada.

Pueden observarse puntos inferiores de la frontera, que representan firmas que producen debajo del máximo posible, pero nunca por encima de ésta. Esta función, si bien permite la existencia de desviaciones de la frontera por razones distintas a la ineficiencia, tiene la limitante de suponer *a priori* una forma funcional para los datos, de acuerdo Arzubi y Berbel, (2002), citados por Navarro (2005:49-50).

### 2.3.1. El modelo CCR

Para permitir las aplicaciones de una extensa variedad de actividades, se utiliza el término DMU para referirnos a cualquier entidad (equipo para transferir contenedores) que sea evaluado en términos de sus habilidades para convertir *inputs* en *outputs*. Los pesos óptimos podrían (y generalmente lo hacen) variar de una DMU a otra. Por eso, los "pesos" en el DEA son derivados de los datos en lugar de ser fijos de antemano. A cada DMU se le asigna el mejor conjunto de pesos con valores que pueden variar de una DMU a otra (Cooper *et al.*, 2000:22). Suponemos que existen  $n$  DMU's;  $DMU_1, DMU_2, \dots, DMU_n$ . Algunos ítems comunes de *inputs* y *outputs* para cada una de las  $j = 1, \dots, n$  DMU's son seleccionados como sigue:

1. Los datos numéricos están disponibles para cada *input* y *output*, con los datos que se suponen positivos para todas las DMU's.
2. Los ítems (*inputs*, *outputs* y la elección de las DMU's) deberían reflejar un interés analítico o de gestión en los componentes que entraran en las evaluaciones de eficiencia relativa de las DMU's.
3. En principio, las cantidades más pequeñas de *input* y las cantidades más grandes de *output* son preferibles, así los resultados de eficiencia deberían reflejar esos principios.



4. Las unidades de medición de los diferentes *inputs* y *outputs* no necesitan ser congruentes. Algunos pueden involucrar velocidades de desplazamiento, tiempos de operación, distancias recorridas, etcétera.

Suponemos que  $m$  *inputs* y  $s$  *outputs* son seleccionados con las propiedades 1 y 2 arriba anotadas. Sean los datos de *input* y *output* para la  $DMU_j$   $\{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj}\}$  y  $\{y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj}\}$ , respectivamente. Cada  $DMU$  consume varias cantidades de  $m$  diferentes *inputs* para producir  $s$  diferentes *outputs*. Específicamente, la  $DMU_j$  consume cantidades de *input*  $x_{ij}$  y produce cantidades de *output*  $y_{rj}$ . Suponemos que  $x_{ij} > 0$  y  $y_{rj} > 0$  y además suponemos que cada  $DMU$  tiene al menos un valor de *input* positivo y un valor de *output* positivo (Cooper *et al.* 2004:8).

Ahora regresamos a la "relación-forma" (ratio-form) del DEA. En esta forma, como se introdujo por Charnes, Cooper y Rhodes (CCR), la relación de *outputs* a *inputs* es utilizada para medir la eficiencia relativa de la  $DMU_j = DMU_0$  que es evaluada en relación con los ratios de todas las  $j = 1, 2, \dots, n$   $DMU_j$ . Podemos interpretar la construcción como la reducción de la situación *output*-múltiple/*input*-múltiple (para cada  $DMU$ ) hacia un único *output* virtual y un único *input* virtual. Para una  $DMU$  particular la relación único *output* virtual entre único *input* virtual provee una medida de eficiencia que es una función de los multiplicadores. En el lenguaje de programación matemática, esta relación, la cual será maximizada, forma la función objetivo para una  $DMU$  particular a ser evaluada, así que simbólicamente:

$$\max h_o(u,v) = \sum_r u_r y_{r0} / \sum_i u_i y_{i0} \quad (3)$$

Donde se nota que las variables son las  $u_r$ 's y las  $v_i$ 's, y las  $y_{r0}$ 's y  $x_{i0}$ 's son los valores de *output* e *input* observados, respectivamente, de  $DMU_0$ , la  $DMU$  a ser evaluada (Cooper, 2004: 8-9). Un conjunto de restricciones normalizadas (una de cada  $DMU$ ) refleja la condición de que la relación virtual *output* entre *input* de cada  $DMU$ , incluyendo  $DMU_j = DMU_0$ , debe ser menor o igual a la unidad. El problema de programación matemática podría ser establecido como:

$$\max h_o(u,v) = \sum_r u_r y_{r0} / \sum_i u_i y_{i0}$$

Sujeto a:

$$\begin{aligned} & \sum_r u_r y_{rj} / \sum_i v_i x_{ij} \text{ Para } j = 1, \dots, n \\ & u_r, v_i \geq 0 \text{ para todas las } i \text{ y } r \end{aligned} \quad (4)$$

*Observación:* Un desarrollo completo más riguroso reemplazaría:  $u_r, v_i \geq 0$  por:

$$\frac{u_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}, \frac{u_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \geq \varepsilon > 0 \quad (5)$$

donde  $\varepsilon$ : número arquímideo más pequeño que cualquier número real.

Esta condición garantiza que las soluciones serán positivas en esos valores, lo cual guía a la segunda etapa de la optimización de las holguras (slacks) [Cooper, 2004:9].

### 2.3.2. Variables independientes (inputs)

Como variables independientes o inputs tenemos las siguientes nueve velocidades de desplazamiento. Éstas conforman el ciclo básico de transferencia a que fueron sometidos los equipos para evaluar su nivel de eficiencia en la transferencia de contenedores. Dichas velocidades se emplearon en la investigación y son las siguientes:

- VMFV: *Velocidad máxima al frente vacío*. Es la máxima velocidad de desplazamiento alcanzada por el equipo (*m/seg*).
- VDSV: *Velocidad de descenso del spreader vacío*. Es la máxima velocidad de desplazamiento alcanzada por el spreader (*m/seg*).
- VASC: *Velocidad de ascenso del spreader cargado*. Es la máxima velocidad de desplazamiento alcanzada por el Spreader (*m/seg*).
- VMRC: *Velocidad máxima en retroceso cargado*. Es la máxima velocidad de desplazamiento alcanzada por el equipo (*m/seg*).
- VMFC: *Velocidad máxima al frente cargado*. Es la máxima velocidad de desplazamiento alcanzada por el equipo (*m/seg*).
- VDSC: *Velocidad de descenso del Spreader cargado*. Es la máxima velocidad de desplazamiento alcanzada por el Spreader (*m/seg*).
- VASV: *Velocidad de ascenso del Spreader vacío*. Es la máxima velocidad de desplazamiento alcanzada por el Spreader (*m/seg*).
- VMRV: *Velocidad máxima en retroceso vacío*. Es la máxima velocidad de desplazamiento alcanzada por el equipo (*m/seg*).
- VDLC: *Velocidad de desplazamiento lateral del carro*. Es la máxima velocidad de desplazamiento lateral alcanzada por el carro (*m/seg*). Esta particularidad únicamente está presente en el RAVAMO y los datos fueron obtenidos al considerar la media aritmética de equipos Transtainer existentes en el mercado.

En los casos del 1 al 8, los datos de los equipos Reach Stackers y Straddle Carriers fueron proporcionados por el fabricante, y en el caso del RAVAMO se consideró la media aritmética de los equipos Straddle Carrier involucrados en el estudio.

### 2.3.3. Variables independientes (output)

Las variables independientes *output* son:

1. Ciclo completo de transferencia de un TEU a primera línea (CCTT). Es el tiempo estimado que le tomaría a cada equipo realizar la transferencia de un contenedor en la misma línea en que está trabajando. Las unidades se expresan en segundos. Los datos fueron obtenidos al multiplicar las velocidades de desplazamiento aportadas por los fabricantes por los valores teóricos de desplazamiento que contemplaría el proceso. Los datos que aparecen en las tablas se normalizaron para poder considerar al menor tiempo como un mejor proceso; lo contrario a las velocidades, que entre más rápido se desplace, mejor.
2. Ciclo completo de transferencia de un TEU a segunda línea (CCTT). Es el tiempo estimado que le tomaría a cada equipo realizar la transferencia de un contenedor a una segunda fila en paralelo. Las unidades se expresan en segundos. Los datos fueron obtenidos al multiplicar las velocidades de desplazamiento aportadas por los fabricantes y los valores teóricos de desplazamiento que contemplaría el proceso. Los datos que aparecen en las tablas normalizaron para poder considerar el menor tiempo como un mejor proceso; lo contrario a las velocidades, que entre más rápido, mejor.

### 2.3.4. Variable dependiente

Eficiencia es una cantidad en número decimal o porcentual que, para este caso, está en función de las variables anteriores. Para el caso de los cálculos de eficiencia con los modelos DEA será utilizado el programa de software *Frontier Analyst*.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Frontier Analyst®. Software desarrollado y comercializado por la empresa Banxia Software Ltd. Este programa se encuentra de forma gratuita en su versión "demostración" en [www.banxia.com](http://www.banxia.com), programa "FA4demo.exe".

### 2.3.5. Enfoque de solución

Para dar solución a los modelos DEA se utiliza el software *Frontier Analyst*, en su versión “demostración” obtenido en [www.banxia.com](http://www.banxia.com), programa “FA4demo.exe”.

## 2.4. Análisis y resultados

En esta sección se describe el diseño experimental que da origen al análisis computacional del problema de evaluación de eficiencia de equipos empleados en la transferencia de contenedores entre medios de transporte terrestre.

### 2.4.1. Transferencia de contenedores

La transferencia de contenedores dentro de cualquier terminal es un proceso complejo que involucra diversos factores como:

- Logística del patio.
- Acomodo de los contenedores.
- Tipo de equipo empleado.
- Capacidad de los equipos.
- Características de los medios de transporte.
- Acomodo del transporte en área de transferencia.
- Habilidad operativa de los operadores.
- Tipos, dimensiones y pesos de los contenedores.
- Secuencia de carga.
- Condiciones climatológicas.

Como puede apreciarse, existen múltiples factores involucrados en los procesos de transferencia de contenedores. Para facilitar el análisis de eficiencia de los equipos, independientemente de la terminal en que se presente la problemática, se homologó y simplificó a su mínima expresión este proceso, y es por ello que la transferencia de contenedores a evaluarse contempla los movimientos básicos y representativos de los diferentes equipos involucrados en el estudio.

**Transferencia en primera línea.** Los movimientos de transferencia de contenedores en primera línea se refieren a la serie de pasos a seguir por un equipo  $x$  para lograr transferir el contenedor de un vehículo a otro, siempre y cuando éstos se encuentren dentro de una misma línea (figura II.5).

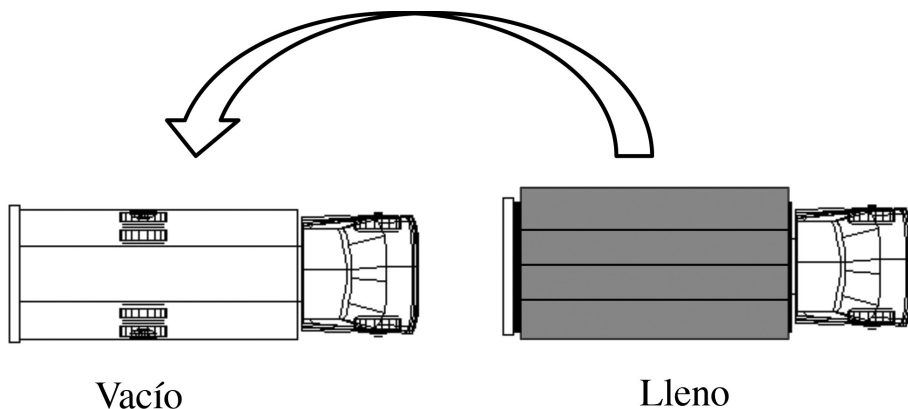


FIGURA II.5. *Transferencia en 1ª línea Straddle Carrier*

Este tipo de equipos deben cumplir con los desplazamientos que se muestran en el cuadro II.1. En ella se aprecia el tipo de movimientos y las distancias recorridas por el equipo para realizar el ciclo básico de transferencia de contenedores sobre una misma línea.

CUADRO II.1. *Distancias de traslación*

Ciclo Straddle Carrier	
Descripción	Distancia (m)
Desplazamiento frontal vacío	50.0
Descenso Spreader vacío	6.0
Ascenso Spreader cargado	2.5
Desplazamiento en retroceso cargado	0.0
Desplazamiento frontal cargado	0.0
Descenso Spreader cargado	2.5
Ascenso Spreader vacío	6.0
Desplazamiento en retroceso vacío	50.0

Cabe mencionar que las distancias que aparecen en cero se deben a que el equipo permaneció estático mientras el vehículo se desplazaba como muestra la figura II.6.

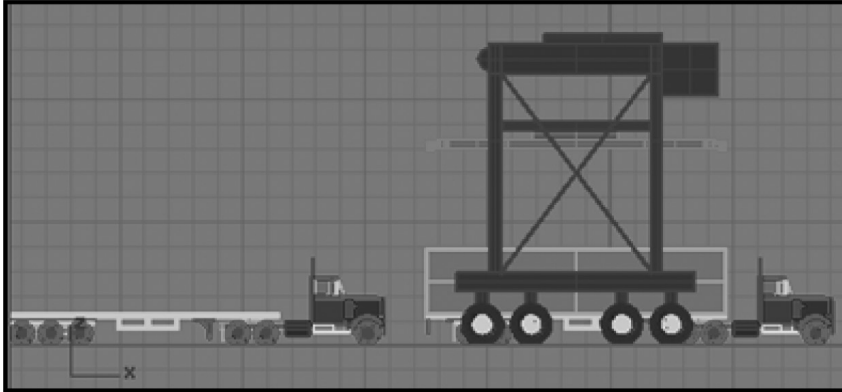


FIGURA II.6. Vista lateral Straddle Carrier en primera línea

**Transferencia en segunda línea.** La transferencia en segunda línea comprende la serie de movimientos requeridos por un equipo para conseguir la transición de un contenedor que se encuentra sobre el vehículo de la primera línea y trasladarlo al vehículo que se encuentra ubicado en paralelo o en segunda línea.

**Straddle Carrier.** Este tipo de equipos realizan los desplazamientos que se muestran en el cuadro II.2.

CUADRO II.2. *Distancias de traslación*

Ciclo Straddle Carrier	
Descripción	Distancia (m)
Desplazamiento frontal vacío	0.0
Descenso Spreader vacío	6.0
Ascenso Spreader cargado	2.5
Desplazamiento en retroceso cargado	20.0
Desplazamiento frontal cargado	20.0
Descenso Spreader cargado	2.5
Ascenso Spreader vacío	6.0
Desplazamiento en retroceso vacío	0.0
Desplazamiento lateral del carro	0.0

En ella se aprecian las distancias requeridas para la transferencia a segunda línea. También se incluye al final de la tabla la fila “desplazamiento lateral del carro”, que en este caso aparece con valor de cero porque no cuenta con la posibilidad de realizar dicho proceso. Para compensar esta carencia, el equipo

debe realizar nuevamente los movimientos básicos de transferencia aunque con nuevos desplazamientos.

A continuación se puede observar la información y terminología que se utiliza para poder llevar a cabo la aplicación del modelo DEA-CCR con orientación a *output* y medir la eficiencia de los equipos participantes en esta investigación.

CCTT (0-1) - Ciclo completo de transferencia de un TEU a segunda fila (output 1). Para resolver el cuadro II.3 “Velocidades y tiempos en ciclo operativo”, se ha optado por emplear un modelo de frontera no paramétrico determinístico (DEA), debido a que éste no requiere una especificación de la forma funcional de las entradas y salidas (velocidades y tiempos respectivamente). El modelo utilizado es orientado a *output*, ya que se busca la maximización de los *outputs* a partir de los *inputs* disponibles. Esto quiere decir que, independientemente del equipo que se seleccione para la operación se busca que con el menor número de movimientos y desplazamientos se transfiera la mayor cantidad de contenedores entre los distintos medios de transporte. Es por ello que para medir la eficiencia de los equipos empleados en puerto para realizar la transferencia de contenedores se utilizará el modelo CCR (Charnes, Cooper y Rhodes).

CUADRO II.3. Velocidades y tiempos (en seg.) en ciclo operativo

DMU		VMFV	VDSV	VASC	VMRC	VMFC	VDSC	VASV	VMRV	VDLC	CCTT	CCTT
		I-1	I-2	I-3	I-4	I-5	I-6	I-7	I-8	I-9	2ª. F	1ª. F
A	S.C.	8.33	0.40	0.33	6.66	6.66	0.33	0.40	8.33	0.00	31.12	65.15
B	S.C.	8.33	0.40	0.30	8.33	8.33	0.40	0.30	8.33	0.00	19.18	54.69
C	S.C.	7.77	0.40	0.30	7.77	7.77	0.23	0.30	7.77	0.00	2.89	41.75
D	S.C.	8.33	0.40	0.30	7.22	7.22	0.30	0.36	8.33	0.00	21.93	57.64
E	S.C.	6.66	0.40	0.30	6.66	6.66	0.30	0.36	6.66	0.00	16.51	50.54
F	R.S.	7.02	0.48	0.45	5.66	5.66	0.25	0.46	7.02	0.00	78.63	91.20
G	R.S.	6.94	0.39	0.39	5.83	5.83	0.28	0.39	6.94	0.00	69.63	84.23
H	R.S.	5.55	0.50	0.30	6.94	6.94	0.50	0.30	5.55	0.00	68.30	79.27
I	R.S.	6.94	0.42	0.36	5.83	5.83	0.25	0.36	6.94	0.00	64.29	80.19
J	R.S.	6.94	0.23	0.47	5.83	5.83	0.22	0.40	6.94	0.00	46.67	66.86
K	R.S.	6.68	0.34	0.28	6.02	6.02	0.30	0.34	6.68	0.00	54.58	72.23
L	RS+SC	7.88	0.40	0.31	7.33	7.33	0.31	0.34	7.88	0.50	100.0	100.0

Nota: Se debe notar que los equipos A-K no cuentan con los medios para realizar el desplazamiento longitudinal del carro, por tal motivo asumimos valores de cero (sin pérdida de legitimidad y generalidad) para el VDCL de cada uno de éstos.

Abreviaturas:

- A: TEREX SC 644 E
- B: NOELL NSC E (electric)
- C: NOELL NSC T (traditional)
- D: KONE CRANES BOXRUNNER DE52
- E: KONE CRANES STRADDLE CARRIER DE54
- F: HYSTER RS 46-36 CH
- G: LINDE C 4230 TL
- H: LIEBHER LRS 645 (intermodal)
- I: SANY VOLVO TWD 1240 VE
- J: TYLOR RS-9977R
- K: TEREX RS CS 45 KS
- L: RAVAMO TTRT 01

- VMFV (I-1): Velocidad máxima al frente vacío (m/seg) (Input 1)
- VDSV (I-2): Velocidad de descenso del Spreader vacío (m/seg) (Input 2)
- VASC (I-3): Velocidad de ascenso del Spreader cargado (m/seg) (Input 3)
- VMAC (I-4): Velocidad máxima en retroceso cargado (m/seg) (Input 4)
- VMFC (I-5): Velocidad máxima al frente cargado (m/seg) (Input 5)
- VDSC (I-6): Velocidad de descenso del Spreader cargado (m/seg) (Input 6)
- VASV (I-7): Velocidad de ascenso del Spreader vacío (m/seg) (Input 7)
- VMAV (I-8): Velocidad máxima en retroceso vacío (m/seg) (Input 8)
- VDLC (I-9): Velocidad de desplazamiento lateral del carro (m/seg) (Input 9)

CCTT (0-1) - Ciclo completo de transferencia de un TEU a 2ª fila (output 1). Para resolver la tabla II.3. "Velocidades y tiempos en ciclo operativo", se ha optado por emplear un modelo de frontera no paramétrico determinístico (DEA), ya que éste no requiere una especificación de la forma funcional de las entradas y salidas (velocidades y tiempos, respectivamente). El modelo utilizado es orientado a *output*, debido a que se busca la maximización de los *outputs* a partir de los inputs disponibles. Esto quiere decir que, independientemente del equipo que se seleccione para la operación, se busca que con el menor número de movimientos y desplazamientos se transfiera la mayor cantidad de contenedores entre los distintos medios de transporte. Es por ello que para medir la eficiencia de los equipos empleados en puerto para realizar la transferencia de contenedores se empleará el modelo CCR.



### 2.4.2. Productividad del equipo RAVAMO

En el cuadro II.4. se aprecian los valores de productividad obtenidos por los distintos modelos de Reach Stackers, Straddle Carriers y RAVAMO. Estos valores se obtuvieron a partir de asignar desplazamientos a cada uno de los movimientos del cuadro II.4., que es donde se muestran las velocidades de las distintas operaciones.

CUADRO II.4. Productividad del equipo RAVAMO

Tipo	Modelo	Marca	Ciclo de transferencia de contenedor en 1ª línea	Ciclo de transferencia de contenedor en 2º línea
S.C.	SC 644 E	TEREX	57.16 seg.	108.31 seg.
S.C.	NSC E (electric)	NOELL	61.59 seg.	115.97 seg.
S.C.	NSC T (traditional)	NOELL	67.07 seg.	126.42 seg.
S.C.	BOXRUNNER DE52	KONE CRANES	60.34 seg.	114.21 seg.
S.C.	STRADDLE CARRIER DE54	KONE CRANES	63.35 seg.	117.69 seg.
R.S.	RS 46-36 CH	HYSTER	46.11 seg.	77.85 seg.
R.S.	C 4230 TL	LINDE	49.07 seg.	83.62 seg.
R.S.	LRS 645 (intermodal)	LIEBHER	51.17 seg.	84.47 seg.
R.S.	VOLVO TWD 1240 VE	SANY	50.78 seg.	87.04 seg.
R.S.	RS-9977R	TYLOR	56.43 seg.	98.34 seg.
R.S.	RS CS 45 KS	TEREX	54.15 seg.	93.27 seg.
SC + RS	TTRT 01	RAVAMO	42.38 seg.	64.14 seg.

### 2.4.3. Resultados del Estudio Computacional

Con Frontier Analyst fue posible evaluar la eficiencia de los 12 equipos que integran este análisis; de acuerdo con el modelo DEA-CCR básico. Una de las funciones fundamentales de este modelo es el diagnóstico. Ello constituye una forma de investigación y experimentación, y facilita el aprendizaje (Epstein y Henderson, 1989).

1) Eficiencia en transferencia de contenedores en primera línea. A continuación se observan los niveles de eficiencia utilizando el modelo DEA-CCR. Para

realizar este análisis se tomaron en consideración únicamente los ocho movimientos básicos:

1. Velocidad máxima al frente vacío.
2. Velocidad de descenso del Spreader vacío.
3. Velocidad de ascenso del Spreader cargado.
4. Velocidad máxima en retroceso cargado.
5. Velocidad máxima al frente cargado.
6. Velocidad de descenso del Spreader cargado.
7. Velocidad de ascenso del Spreader vacío.
8. Velocidad máxima en retroceso vacío.

Empleados para hacer la transferencia del contenedor sobre la misma línea. Dicho modelo presenta una situación hipotética en la cual se asume que los rendimientos a escala son constantes (véase el cuadro II.5).

CUADRO II.5. *Eficiencia relativa en 1ª línea*

Unidad	%	Eficiencia	Condición
R. S. - SANY VOLVO TWD 1240 VE	100.0	✓	
SC+RS-RAVAMO TTRT 01	100.0	✓	
R. S. - HYSTER RS 46-36 CH	100.0	✓	
R. S. - LIEBHERR LRS 645 (intermod)	100.0	✓	
R. S. - LINDE C 4230 TL	100.0	✓	
R. S. - TEREX RS CS 45 KS	100.0	✓	
R. S. - TYLOR RS-9977R	100.0	✓	
S. C. - TEREX SC 644 E	82.8		
S. C. - KONE CRANES BOXRUNNER DE5	77.3		
S. C. - NOELL NSC E (electric)	75.9		
S. C. - KONE CRANES STRADDLE CARRIER	67.8		
S. C. - NOELL NSC T (traditional)	61.6		

El promedio de eficiencia se sitúa en 0.89. Siete fueron los equipos que superaron el promedio, teniendo valores de 1. Los cinco equipos restantes estuvieron por debajo de la media.

Los equipos que se mostraron ineficientes al encontrarse entre los rangos de 0 a 0.89 son: TEREX SC 644 E, KONE CRANES BOXRUNNER DE5, NOELL NSC E (electric), KONE CRANES STRADDLE CARRIER DE54 y NOELL NSC T

(traditional). Esto se debe a que no están diseñados para realizar tal manobra, pero fue necesario incluirlos al considerar que sus características técnico-operativas son las más parecidas al equipo RAVAMO y de ellos se obtuvieron las medias operacionales.

2) **Eficiencia en transferencia de contenedores en segunda línea.** A continuación se muestran los niveles de eficiencia utilizando el modelo CCR. Para realizar este análisis se consideraron los nueve movimientos básicos (velocidad máxima al frente vacío, velocidad de descenso del Spreader vacío, velocidad de ascenso del Spreader cargado, velocidad máxima en retroceso cargado, velocidad máxima al frente cargado, velocidad de descenso del Spreader cargado, velocidad de ascenso del Spreader vacío, velocidad máxima en retroceso vacío y velocidad de desplazamiento lateral del carro) empleados para hacer la transferencia del contenedor a segunda línea. Dicho modelo presenta una situación hipotética en la cual se asume que los rendimientos a escala son constantes (véase tabla II.6).

CUADRO II.6. *Eficiencia relativa en 2ª línea*

Unidad	%	Eficiencia	Condición
R. S. - HYSTER RS 46-36 CH	100.0	✓	
R. S. - TYLOR RS-9977R	100.0	✓	
SC+RS-RAVAMO TTRT 01	100.0	✓	
R. S. - LIEBHER LRS 645 (intermod)	100.0	✓	
R. S. - TEREX RS CS 45 KS	100.0	✓	
R. S. - LINDE C 4230 TL	100.0	✓	
R. S. - SANY VOLVO TWD 1240 VE	100.0	✓	
S. C. - TEREX SC 644 E	48.7		
S. C. - KONE CRANES BOXRUNNER DE5	37.3		
S. C. - NOELL NSC E (electric)	31.5		
S. C. - KONE CRANES STRADDLE CARR	28.1		
S. C. - NOELL NSC T (traditional)	5.3		

El equipo SANY VOLVO TWD 1240 VE aunque se muestra 100% eficiente, se encuentra ligeramente por debajo de los demás equipos ya que el rango de eficiencia ubica a este color entre 91 y 99.9. La conjetura de que “la productividad y eficiencia del equipo propuesto por RAVAMO es mayor que la media operacional de los equipos Reach Stackers y Straddle Carriers” se probó a partir de la revisión de los datos empíricos y de la teoría del análisis envolvente de datos (DEA).

## 2.5. Conclusiones

Los resultados obtenidos indican que la productividad y eficiencia técnico-operativa del equipo propuesto por RAVAMO fue superior en casi todos los apartados operacionales, por lo que teóricamente, y de construirse, podría eficientar el proceso de transferencia de contenedores de las terminales portuarias durante los procesos de transferencia de contenedores a primera y segunda línea.

Mediante el uso del modelo CCR, que funciona con rendimientos a escala constantes, los equipos Straddle Carriers no gozaron de una buena eficiencia ya que son equipos que no están diseñados para realizar transferencias a segunda línea, pero el aporte de información que hicieron forjó la base de la operación del equipo RAVAMO, que presenta los niveles de eficiencia más altos. Por otro lado, los Reach Stackers tuvieron buenos niveles de eficiencia, colocándose por encima de la media e incluso formando parte de los niveles más altos. Estos resultados encuentran su explicación en el hecho de que los Reach Stackers son equipos que fueron evaluados mientras se encontraban en el medio para el que se diseñaron, pero fueron superados por el RAVAMO al contar este último con cualidades superiores en el proceso de transferencia de contenedores a segunda línea.

Se recomienda que en futuras investigaciones se complemente ésta, diseñando el área operativa que permita obtener el mejor aprovechamiento del equipo propuesto por RAVAMO. Sería deseable que la superficie de la terminal permitiera un flujo constante de medios de transporte con contenedores llenos y vacíos, y así se evitarían espacios muertos o sin utilizar. Para obtener el máximo aprovechamiento de los equipos RAVAMO podría realizarse lo siguiente:

- Planear y programar con tiempo la ubicación de cada equipo para completar eficientemente los ciclos de transferencia.
- Aprovechar la versatilidad del equipo para mover con mayor rapidez los contenedores al momento de realizar las transferencias o cuando se realice el acomodo en el patio de maniobras.
- Realizar constantemente simulaciones con el propósito de tener la certeza de que los modelos funcionan correctamente y ubicar, en caso de que existieran, los puntos que requieran atención.
- Promocionar la utilización del puerto como plataforma logística para las exportaciones e importaciones de diversas empresas de Tamaulipas y sus alrededores, probablemente ofreciendo servicios y tarifas accesibles. Con esto se tendrían más clientes y con ello más contenedores para manipular.

## 2.6. Referencias

- Bichou, K., & Gray, R. (2004), *A Logistics and Supply Chain Management Approach to Port Performance Measurement*. Maritime Policy and Management, pp. 47-67.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2000), *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2004), *Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Cullinane, K., & Song, D. W. (2003), *A Stochastic Frontier Model of the Productive Efficiency of Korean Container Terminals*. *Applied Economics*, pp. 251-267.
- Cullinane, K., Song, D. W., Ji, P., & Wang, T. (2004), *An Application of DEA Windows Analysis to Container Port Production Efficiency*. *Review of Network Economics*, pp. 184-206.
- González, M., & Trujillo, L. (2006), *La Medición de la Eficiencia en el Sector Portuario: Revisión de la Evidencia Empírica*. City University of London, pp. 1-40.
- I. S. Jacobs and C. P. Bean (1963), *Fine particles, thin films and exchange anisotropy*, in *Magnetism*, vol. III, G. T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, pp. 271-350.
- Navarro, J. C. (2005), *La Eficiencia del Sector Eléctrico en México*. Morelia: INI-NEE-UMICH.
- Wang, T. F., Song, D. W., & Cullinane, K. (2002), *The Applicability of Data Envelopment Analysis to Efficiency Measurement of Container Ports*. *Proceedings of the International Association of Maritime Economist Conference* pp. 1-22. Panamá: IAME.
- D-H Lee, Z. Cao and Q. Meng (2007), *Scheduling of two-transtainer systems for loading outbound containers in port container terminals with simulated annealing algorithm*, *International Journal of Production Economics*, vol. 107, núm. 1, pp. 115-124.
- Z. Cao, D-H Lee and Q. Meng (2008), *Deployment strategies of double-rail-mounted gantry crane systems for loading outbound containers in container terminals*, *International Journal of Production Economics*, vol. 115, núm. 1, pp. 221-228.
- Y-C Yang and C-L Lin (2013), *Performance analysis of cargo-handling equipment from a green container terminal perspective*, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 23, pp. 9-11.
- W. Li, M. Goh, Y. Wu, M. E. H. Petering, R. de Souza and Y.C. Wu (2012), *A continuous time model for multiple yard crane scheduling with last minute job arrivals*, *International Journal of Production Economics*, vol. 136, núm. 2, pp. 332-343.



### III. ANÁLISIS DEL IMPACTO ENTRE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DEL SECTOR PETROQUÍMICO

#### 3.1. Introducción

El concepto de calidad total no es un término nuevo en el campo de la administración de negocios; éste tiene sus orígenes en los años ochenta y se popularizó rápidamente debido a que integraba de forma simple diferentes teorías provenientes de los campos de desarrollo organizacional, cultura corporativa, trabajo en equipo, comportamiento humano y organización matricial, entre otros (Cantú Delgado, 2001).

A finales de los años ochenta el doctor W. Edwards Deming (1989) describió la relación entre calidad, productividad y competitividad como una reacción en cadena, que inicia con el compromiso de la alta dirección para mejorar la calidad, con lo cual decrecen los costos al haber menos equivocaciones, retrasos, etc., mejorando la productividad, así se conquista el mercado al ofrecer productos con mayor calidad y precio más bajo, incrementando su competitividad. Pese a lo anterior, en el ámbito académico se sigue planteando la interrogante de si mayor calidad implica mayor productividad. Debido a que empresas que han ganado premios de calidad muestran baja productividad.

En este capítulo se estudia la relación que existe entre los elementos que conforman un sistema de gestión de la calidad (SGC) y el desempeño organizacional en una empresa del sector petroquímico. Específicamente, se analiza el impacto de los elementos que conforman la norma ISO 9001:2008 sobre el desempeño organizacional de la refinería Francisco I. Madero.

La refinería Francisco I. Madero tiene una gran importancia en ciudad Madero, Tamaulipas, no sólo por los procesos industriales desempeñados, sino también debido a la generación de empleos. La empresa cuenta con varias certificaciones de calidad (entre ellas la certificación ISO 9001:2008), y desarrolla diversas facultades de comunicación y liderazgo mediante la implementación de una amplia variedad de modelos administrativos contemporáneos. Sin embargo, el modelo administrativo enfocado a la gestión de la calidad no fluye adecuadamente, presentando claras carencias en términos de eficiencia. Esto representa una pregunta común en la administración de la calidad, donde se cuestiona si la calidad está relacionada con la productividad.

### 3.2. Sistemas de calidad

El diseño de un sistema de calidad comienza con la idea. La alta dirección de una empresa establece los lineamientos que regirán el sistema de calidad. Entonces, los ingenieros y el personal operativo, entre otros, deben de traducir tales lineamientos en planes, especificaciones y procedimientos de producción. Un SGC contempla el diseño de un plan para el aseguramiento de la calidad, definido como el conjunto de actividades planeadas y sistemáticas que lleva a cabo una empresa con el objeto de brindar la confianza de que un producto o servicio cumple con los requisitos de calidad especificados en el diseño (Castillo y Díaz, 1994). Ahora bien, para garantizar que el plan de aseguramiento sea efectivo debe existir un programa de control de calidad, el cual debe iniciar con el diseño del producto y terminar sólo cuando esté en manos de un consumidor satisfecho.

Paul Garvín (1988) identifica cinco enfoques en relación con el concepto de calidad:

1. **Enfoque trascendente:** es una simple y no analizable propiedad que aprendemos a reconocer a través de la experiencia; se considera la calidad como sinónimo de excelencia absoluta y universalmente reconocible, sin embargo, este concepto abstracto y subjetivo es imposible de concretar y medir.
2. **Enfoque basado en el producto:** éste observa la calidad como una variable precisa y susceptible de ser medida. Una calidad diferente supone una diferencia en la cantidad de algún ingrediente o atributo poseído por un producto.
3. **Enfoque basado en el usuario:** aquí aquellos bienes que los consumidores individuales consideran que satisfacen mejor sus preferencias son los de más calidad. Ahora bien, los clientes tienen necesidades y deseos diferentes y, por tanto, las normas de calidad son variables.
4. **Enfoque basado en la fabricación:** se identifica la calidad como la conformidad con las especificaciones previamente definidas por los diseñadores *de los productos*.
5. **Enfoque basado en el valor:** se introducen términos de costes y precios en la idea de calidad, ya que no se puede definir la calidad sin tener en cuenta el precio.



CUADRO III.1. Principios básicos de un sistema de gestión de la calidad

Principios básicos	Punto Deming	Punto Crosby	Punto Feigebaum	Capítulo Norma ISO 9001
Compromiso de alta administración-liderazgo	D14	C1	F15	5,6
Equipos de mejoramientos de calidad		C13		6,3,7,3,7,6
Medición de la calidad	D14	C3,C4		8
Corrección de problemas	D5	C6	F5	8
Comité de calidad		C2, C7		5
Educación y capacitación	D6, D13, D17	C8	F3	5, 6
Metas de mejoramientos	D10, D11	C10		5
Prevención de defectos		C11		6
Recompensas y reconocimientos		C12		
Procedimientos del programa de calidad	D4	C14		4,5
Crecimiento con rentabilidad económica		C12	F7	
Necesidades del consumidor		C7, C2		5
Planeación estratégica	D2	C8	F1	5
Cultura de calidad	D2, D8, D12	C5	F2, F8, F17, F18	4
Enfoque total de sistemas		C2	F4, F11, F12	4
Información/comunicación	D8	C9		5
Políticas de calidad	D5	C14		5
Constancia y planeación para la competitividad	D1		F3	6,7,8
Métodos de superación	D7		F9, F14	8
Interacción entre departamentos	D9, D6		F6	5
Planeación del proceso			F10	7
Control de proveedores	D4, D3			6
Auditorias del sistema de calidad	D2			4,8
Diseño del producto				7,8
Control de proceso		C3	F16	7,8

Diversos autores han formulado y descrito principios básicos que constituyen a un SGC. La tabla III.1. muestra las aportaciones de tres de los autores más representativos en el campo de la calidad, y de la norma ISO 9001:2008. Deming (1989) detalla 14 puntos de la alta administración: *D1*. Crear conciencia de la mejora del producto y del servicio, con un plan para ser competitivos y permanecer en el negocio; *D2*. adoptar la nueva filosofía. *D3*. terminar con la dependencia de la inspección masiva; *D4*. terminar con la práctica de hacer

negocios sobre la base únicamente del precio; *D5*. descubrir el origen de los problemas; *D6*. practicar métodos modernos de capacitación de trabajo; *D7*. poner en práctica métodos de supervisión de los trabajadores de la producción; *D8*. eliminar de la compañía todo temor que impida que los empleados puedan trabajar efectivamente para ella; *D9*. eliminar las barreras que existan entre los departamentos; *D10*. destacar objetivos numéricos, carteles y lemas dirigidos a la fuerza de trabajo que soliciten nuevos niveles de productividad sin ofrecer métodos para alcanzarlos; *D11*. eliminar normas de trabajo que prescriban cuotas numéricas; *D12*. retirar las barreras que enfrentan al trabajador de línea con su derecho a sentir orgullo por su trabajo; *D13*. instruir un vigoroso plan de educación y re-entrenamiento; *D14*. formar una estructura en la administración que asegure día con día que los 13 puntos anteriores se realicen.

Philip B. Crosby (1979) afirma que la calidad está basada en cuatro principios absolutos: 1) calidad es cumplir con los requisitos; 2) el sistema de calidad es la prevención; 3) el estándar de realización es cero defectos, y 4) la medida de la calidad es el precio del cumplimiento. Derivado de esta clasificación Crosby propone un programa de 14 pasos para mejorar la calidad: *C1*. establecer el compromiso de la administración de participar en el programa de calidad; *C2*. formar un equipo de mejora de calidad con representantes de cada departamento; *C3*. definir indicadores de calidad de cada actividad de la compañía con el objeto de medir dónde se encuentran problemas reales y potenciales de la calidad; *C4*. evaluar el costo de la calidad como indicador que proporcione evidencia de dónde es más conveniente para la compañía, desde el punto de vista económico, tomar acciones correctivas; *C5*. desarrollar una conciencia de calidad y preocupación de todos los empleados; *C6*. realizar acciones formales para corregir los problemas identificados por medio de pasos previos; *C7*. establecer un comité para poner en práctica un programa de cero defectos; *C8*. capacitar a los supervisores y empleados para llevar a cabo su parte en el programa de mejoramiento de la calidad; *C9*. realizar un día "cero defectos"; *C10*. alentar a las personas que establezcan objetivos para sí mismas; *C11*. identificar problemas que impiden que el trabajo se realice libre de errores y eliminar sus causas; *C12*. establecer un programa de reconocimientos para aquellos que logren sus objetivos; *C13*. crear consejos de calidad compuestos por el personal del *staff* administrativo de la calidad; *C14*. realizar los pasos anteriores, destacando la mejora de la calidad.

Joseph M. Juran (1964) recomienda seguir las siguientes estrategias utilizadas por Japón, líder a nivel mundial: *J1*. Los administradores superiores se deben de encargar personalmente de dirigir la revolución de la calidad; *J2*. todos los niveles y las funciones de las organizaciones deberán involucrarse en programas de capacitación en administración por calidad total; *J3*. el mejoramiento de la calidad se debe realizar continuamente, a un paso

revolucionario, no evolucionario; *J4*. la fuerza de trabajo se involucra con el mejoramiento de la calidad mediante los ciclos de calidad; *J5*. los objetivos de calidad son parte del plan de negocio.

### 3.3. Método

En la refinería Francisco I. Madero trabajan alrededor de 3200 empleados. El objeto de estudio de esta investigación está constituido por el personal que conforma los departamentos de Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental (SSPA), recursos humanos y química, pues son los que están directamente relacionados con el SGC. La planta laboral de estos tres departamentos consta de 50 empleados entre trabajadores operativos y directivos.

#### 3.3.1. Tamaño de muestra

Con el fin de determinar el mínimo número de entrevistados requeridos para derivar conclusiones válidas, se procedió a calcular el tamaño de la muestra considerando un nivel de confianza de 95% ( $\alpha=0.05$ ). La fórmula está dada por:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{N \cdot E^2 + Z^2 \cdot p \cdot q} = 35$$

donde:

<i>N</i>	Universo	= 50
<i>Z</i>	Nivel de confianza	= 1.96 para 95% probabilidad
<i>p</i>	Probabilidad a favor	= 0.50
<i>q</i>	Probabilidad en contra	= 0.50
<i>E</i>	error de estimación	= 0.05 (5%)
<i>n</i>	tamaño de la muestra	=35

En cada departamento las muestras se aplicaron en un solo grupo. El cuestionario constó de preguntas dirigidas a los directivos o a sus subordinados encargados de la certificación ISO 9000. El muestreo fue completamente aleatorio.

#### 3.3.2. Técnicas de recolección

Se diseñó un cuestionario personalizado con base en los requisitos de la norma ISO 9001:2008. Los cuestionarios fueron aplicados a los directivos y los

subordinados directos, seleccionados en el proceso de muestreo, que tienen la responsabilidad de la gestión de calidad, con el fin de asegurar que los encuestados tuvieran el conocimiento de la organización para responder a las preguntas correctamente. Las encuestas fueron aplicadas del 1º al 15 de noviembre de 2013, a hombres y mujeres de entre 18 y 45 años.

### 3.3.3. Diseño del instrumento

Para el diseño del instrumento se tomó como base la literatura expuesta en la norma ISO 9000. Se han utilizado básicamente los mismos factores, sin embargo, se hicieron algunas modificaciones y adiciones conforme fueron necesarias para adaptarse al contexto de la refinería Francisco I. Madero y para ajustarla a los criterios de adjudicación de la calidad, a fin de estructurar el diseño del cuestionario (véase anexo III.1, pág. 87). La figura III.1. muestra una relación de los elementos que conforman el cuestionario desarrollado.

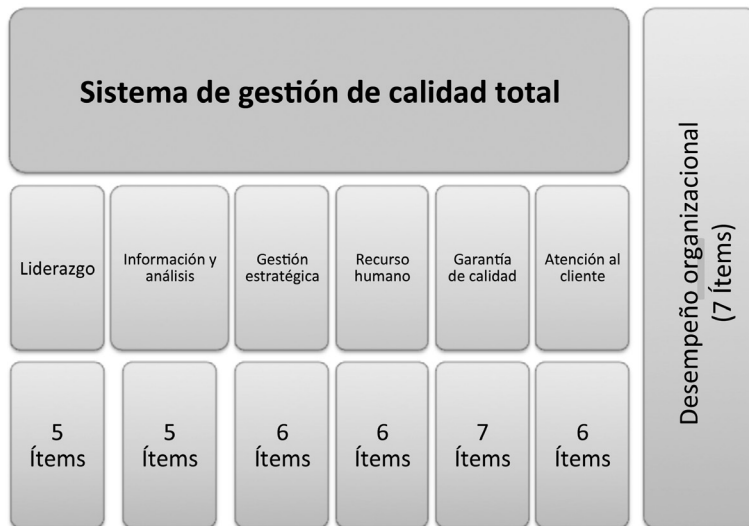


FIGURA III.1. Medición del Desempeño Organizacional

El cuadro III.2. muestra la relación de los ítems contenidos en el cuestionario y los siete factores que definen las prácticas de gestión de calidad que serán analizadas. Cada ítem presenta una opción de cinco puntos en una escala de Likert, con una disposición de “nunca”, se ha utilizado como muy bajo, y “siempre” que se ha utilizado como muy alto. Adicionalmente, se incluyen preguntas para obtener los datos generales de los encuestados.

CUADRO III.2. Factores e ítems

Factor	Número que construye el cuestionario
Liderazgo	2, 10, 13, 24, 37
Información y análisis	4, 12, 18, 36, 39
Estrategia de calidad	5, 6, 7, 26, 34, 40
Participación de recurso humano	3, 8, 27, 28, 29, 30
Garantía de calidad	11, 19, 21, 22, 23, 25, 33
Orientación del cliente	14, 15, 16, 17
Desempeño organizacional	1, 9, 20, 31, 32, 35, 38

El cuadro III.3. muestra el diseño del cuestionario a partir de una matriz metodológica vertical. Donde para cada factor se presenta su definición operacional, dimensiones, variables e ítems.

CUADRO III.3. *Matriz metodológica vertical*

Factor	Definición conceptual	Dimensión	Variable	Ítems
Liderazgo	El liderazgo en la administración debe establecer un compromiso continuo a largo plazo que asegure una participación creciente en el programa y la cooperación de todos los empleados al mismo tiempo; proporcionarles motivación permanente y entrenamiento específico. Un líder debe ser constante y revisar continuamente la planeación para mejorar el producto o servicio a fin de ser competitivos y permanecer en el negocio.	Administración pasiva	Dejar hacer	2
			Motivación e inspiración	10
		Administración activa	Influencia de carisma	13
			Reconocimiento contingente	37
Información y análisis	Los datos deben de estar disponibles en el comportamiento del mensaje con puntualidad hacia el cambio de estado del conocimiento de la persona o sistema donde se envíe el mensaje de manera que se pueda entender y estudiar, para el uso adecuado en el sistema operativo y funciones.	Datos e información	Consideración individual	24
			Transportabilidad	4
		Sistema e infraestructura	Temporal	12
			Propiedad	39
			Visuales	18
			Localización	36
Estrategia de calidad	Se deben desarrollar estrategias claras y efectivas, como planes para lograr los objetivos mediante la identificación de factores de éxito y procesos críticos. Integrando los esfuerzos del desarrollo y mejora de la calidad que permita comercializar, diseñar, producir y ofrecer un servicio en niveles económicos a la satisfacción del cliente. Estableciendo políticas claras para el control total de responsabilidades y autoridad.	Mejora de las capacidades organizacionales	Organización del desempeño	5
			Entrenamiento en métodos	6
			Herramientas de mejora continua	7
		Alineación de actividades en la organización	Objetivo individual	34
			Objetivos de proceso	40
			Medición de mejora	26
			Contribución de la organización	27
Participación del recurso humano	Motivación e involucramiento del personal	Restricción personal	3	
		Responsabilidad	8	
	Desempeño de la organización	Metas y objetivos personales	28	
		Competencia activa	29	

Factor	Definición Conceptual	Dimensión	Variable	Ítems		
			Conocimiento y Experiencia	30		
			Estructura de los Objetivos	19		
Liderazgo	La calidad debe ser planeada con base en las responsabilidades de la administración media y alta, el comité directivo y líderes de los equipos de calidad de cada departamento en práctica de una política que cuente con procedimientos para revisar el sistema de CT para el diagnóstico apropiado y corrección de fallas tanto como la evaluación de los resultados de calidad tangibles e intangibles con indicadores y métodos de análisis para cada actividad y proceso a toda compañía.	Integración y alineación	Compresión de Proceso	21		
			Integración de Procesos	22		
			Prioridades del Sistema	33		
			Barreras Funcionales	23		
			Medición y Evaluación	25		
			Actividades del Sistema	11		
Orientación al cliente	Compromiso para satisfacer a los clientes, la integración de los objetos de la visión, los conocimientos de las necesidades y espectacular del cliente, así como el seguimiento, retroalimentación, nivel de respuestas a quejas y nivel de interacción al cliente.	Tiempo	Medición de la satisfacción	14		
				Necesidades del cliente	15	
				Relación con los objetivos	16	
			Expectativa del cliente	17		
Resultados de calidad	La conciencia de cambio a cultura con temas relacionados con acciones formales y soluciones en el sistema (diseño, materias primas, composición de material, mantenimiento, mejora de maquinaria, capacitación, supervisión y arrastramiento). Sin niveles de chatarra y menos repetición de trabajo, menos tiempo de procesamiento, más garantías, más productividad, más profesionalidad, menos costos y posición competitiva.	Bajos costos, tiempos y ciclos	Procesos claros	1		
			Entradas y salidas	9		
		Mejora y consistencia de resultados	Evaluación del desempeño	31		
			Funciones Claras	32		
					Objetivos y metas de estrategia	35
					Métodos de contramedida	38
		Oportunidad de mejora	Responsabilidad de la dirección	20		

### 3.3.4. Validez del instrumento

Para garantizar la validez de esta investigación se realizaron pruebas para cerciorarse de que el cuestionario fuera elaborado correctamente y de que contiene preguntas capaces de brindar información de lo que se desea medir, con el fin de desarrollar un instrumento con validez de constructo, contenido y criterio. Las pruebas piloto fueron aplicadas y modificadas hasta que se habían comprendido todas las preguntas, utilizando, cada vez, una muestra de tres personas diferentes. De forma complementaria se hizo uso del Alfa de Cronbach; el cual se trata de un índice de consistencia interna que toma valores entre 0 y 1, y que sirve para comprobar si el instrumento que se está evaluando recopila información defectuosa y, por tanto, llevaría a conclusiones equivocadas, o si se trata de un instrumento fiable que hace mediciones estables y consistentes. El alfa de Cronbach se estima de la siguiente manera:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^K S^2_i}{S^2_T} \right] = 48$$

donde:

$K$	Número de ítems	= 40
$S^2_i$	Varianza de cada ítem	= ...
$S^2_T$	Varianza de la suma de los ítems	= ...
$\alpha$	Coefficiente de alfa de Cronbach	= 0.88

### 3.3.5. Eliminación del sesgo

La información indica que fue incorrecta debido al olvido, subjetividad, confusión, desconfianza, ignorancia, incomprensión o modificación de la respuesta por la propia encuesta o la medición incorrecta de parámetros fue la eliminada. El factor tiempo es un aspecto importante debido a que afecta de manera distinta a los acontecimientos, por ello las encuestas se aplican en las mismas semanas y en turno diurno de trabajadores, con preguntas cerradas con el nivel de 1 a 5 en escala Likert para evitar confusión e ignorancia, de manera que las respuestas se adapten exactamente a la pregunta formulada. El control del cuestionario está en la imposibilidad de respuestas subjetivas, con vocabulario adecuado, preciso y corto. Se registran y analizan los datos correctamente, con cautela y comedidos en las interpretaciones y extrapolaciones.



### 3.3.6. Análisis de datos

*Codificación de los datos.* Para la codificación se utilizó una tabla de excel donde se representan las preguntas de cada factor, agrupación de datos, hechos y respuestas para la tabulación electrónica. Con el fin de asegurar un número correlativo a cada una de las categorías que comprende el cuestionario o documento de observación con el fin de que cada respuesta de los cuadros de observación sea traducida y representada por indicadores numéricos (códigos) que facilitan la tabulación.

*Herramientas estadísticas.* Se utiliza una estadística descriptiva para cada ítem y factor, organización de datos, análisis, variables aleatorias, distribución de probabilidad, distribución conjunta y el análisis de correlación para establecer la credibilidad de las pruebas de instrumentos, la confiabilidad y la validez se han realizado el alfa de Crombach. La validez de contenido fue juicios subjetivos realizados por la investigación; la validez de criterio se midió mediante la correlación en MINITAB eficiente, y la validez de constructo fue examinada por el análisis factorial.

*Presentación de los resultados.* Los resultados serán presentados por medio de gráficas y tablas para facilitar la comprensión de las conclusiones de esta tesis. Éstas serán elaboradas con la información que se recolecte mediante de las encuestas aplicadas a los directivos y sus subordinados directos o empleados como del departamento de SSPA, calidad y química de la refinería Francisco I. Madero.

## 3.4. Análisis y resultados

Esta sección presenta el análisis y las tablas obtenidas a partir de las encuestas aplicadas personalmente a los directivos y al personal operativo vinculado al SGC.

### 3.4.1. Tratamiento de los datos

El 100% de los entrevistados respondieron el cuestionario, mostrando una actitud positiva al estudio. No se observaron valores atípicos, después de comprobar todos los cuestionarios, por lo que se procedió al análisis.

### 3.4.2. Resultados por factor

En esta parte del estudio se obtuvieron las respuestas de los directivos y los empleados de los departamentos de SSPA, recursos humanos y química de los siete factores, a saber:

1. **Liderazgo.** El 15% de los encuestados respondió que frecuentemente se reúnen con su equipo de trabajo para evaluar el nivel de satisfacción con el que se están haciendo las cosas; mientras que 15% responde que nunca se reúnen a evaluar el nivel de satisfacción. En este mismo punto, 30% respondió que siempre hay oportunidad para demostrar el talento. El 80% muestra una respuesta positiva. El 35% de los encuestados indican que los líderes son carismáticos y que le recuerdan a su equipo la trascendencia de su trabajo. El 20% del personal entrevistado declaró que su jefe directo se interesa en su desarrollo profesional.
2. **Información y análisis.** El 35% de los encuestados indica que el SGC cuenta con criterios claramente definidos para el diseño y la selección de las bases de datos usadas en la organización al ser un proceso vital. El 30% indica que los objetivos estratégicos y operativos de la organización están basados en datos históricos. Sin embargo, 45% señala que casi nunca la planeación estratégica y operativa de la organización están basadas en datos y hechos. En este mismo sentido, 35% indica que la información es confiable y está actualizada, de tal manera que permite el seguimiento y análisis de los diversos propósitos. El 15% indica que los sistemas de información son utilizados sistemática y permanentemente por la alta dirección.
3. **Estrategia de calidad.** Es conceptualizada por la integración de la gestión de la calidad y la satisfacción del cliente en los planes de la organización a largo plazo, la calidad de la visión y el despliegue a los objetivos de la calidad. En este punto 30% de los entrevistados señala que se tienen definidas las funciones y los responsables del programa organizacional de mejora continua, así como los mecanismos para evaluar las mejoras. El 25% indica que el concepto de esta mejora está declarado en alguno de los enunciados tales como la visión, la misión, la política de calidad, los valores organizacionales, etc. El 35% señala que se ha capacitado al personal responsable de llevar a cabo las actividades de mejoramiento en técnicas y herramientas que permitan analizar y establecer la mejora de los productos, procesos y sistemas. El 15% manifiesta que se tiene el compromiso declarado de mejorar continuamente las características de los productos, los procesos y los sistemas. El 10% indica que se promueve la participación en la organización de la mejora continua de los productos, procesos y sistemas.

4. **Participación del recurso humano.** La construcción de desarrollo de recursos humanos se conceptualiza por la formación continua y la educación, la potenciación y el propicio del medio ambiente. En este punto, 10% indica que se cuenta con un despliegue de valores que soportan la cultura organizacional. El 50% señala que la organización cuenta con esquemas que promueven la participación del personal en la solución de problemas, mejora continua e innovación. El 25% conoce el sistema de revisión y determinación de las necesidades de capacitación y entrenamiento. El 25% considera que la insatisfacción suya y de sus compañeros se analiza consistente y ordenadamente para su corrección adecuada y oportuna. El 30% señala que la organización cuenta con programas que permiten el desarrollo de planes de carrera.
5. **Garantía de calidad.** El aseguramiento de la calidad se conceptualiza desde el diseño de nuevos productos, procedimientos y especificaciones. En este punto, 35% de los entrevistados indica que la empresa tiene asignados los recursos y el personal responsable para establecer, documentar y mantener un SGC. El 90% señala que la política de calidad orienta a las personas al establecimiento de estándares de mejora continua. El 70% manifiesta que el alcance del SGC se tiene definido. El 50% indica que se cuenta con un proceso sistémico para realizar el despliegue y la difusión de un nuevo estándar o la modificación de alguno existente. El 50% considera que frecuentemente se evalúa la efectividad del SGC. El 75% contestó que participa en la evaluación del SGC.
6. **Orientación al cliente.** Representa el compromiso de satisfacer a los clientes con objetivos y visión definidos para disminuir el número de quejas y maximizar el nivel de interacción con el cliente. El 80% indica que la organización mide con frecuencia la satisfacción de clientes tanto internos como externos. El 65% menciona que siempre son comunicadas las necesidades y expectativas de los clientes en la organización. El 60% señala que la empresa revisa las necesidades de los clientes y su relación con los objetivos de la organización. El 65% respondió que la organización siempre cumple y excede las expectativas de los clientes internos y externos.
7. **Resultados de calidad.** Están relacionados con el número de trabajos, el tiempo de procesamiento, los costos de garantía, las quejas del cliente, la productividad, la profesionalidad, los costos y la posición competitiva. En este punto, 37% señala que en la empresa existen procesos claros. El 65% indica que para cada proceso se tienen definidos a los proveedores, sus entradas, sus salidas y sus clientes. El 40% considera que la alta dirección revisa el desempeño de los procesos definidos y los planes de acción cuando no se logran los resultados establecidos. El 90% manifiesta conocer los indicadores de desempeño para cada proceso definido. El 70% manifiesta

conocer claramente las funciones para cada proceso. El 30% de los encuestados comentó que casi nunca cuentan con estrategias para alcanzar los objetivos y metas. El 45% contestó que cuenta con procesos definidos para identificar las causas y establecer contramedidas.

### 3.4.3. Análisis del impacto

En este apartado se muestran los resultados obtenidos de las preguntas de cada factor. Cabe mencionar que éstos son la media de cada pregunta, las cuales constan de cinco niveles, que van desde el 1 con una aseveración negativa o muy baja, hasta el 5 con una aseveración positiva o más alta. Para que los resultados tengan una relación positiva la media debería ser igual o mayor que 2.5 como límite.

Con el fin de evaluar el impacto de los criterios de evaluación del SCG sobre el desempeño organizacional, se efectuó el cálculo del promedio de puntuación revelando que el factor de orientación al cliente es el más importante (puntuación media = 4.25), seguido de la garantía de calidad (puntuación media = 4.17), del recuso humano (puntuación media = 3.74), de liderazgo (puntuación media = 3.39), mientras que el factor información y análisis se considera menos importante (puntuación media = 3.26) seguido de estrategia de calidad (puntuación media = 3.17). La diferencia entre las medias de puntuación de cada factor resultó ser estadísticamente significativa usando la prueba de comparación múltiple de Tukey. La variable de respuesta, es decir, el desempeño organizacional, logró una puntuación media de 3.76.

El cuadro III.4. muestra la evaluación de los criterios de orientación del cliente con una media de 4.8, la más alta de este factor, y con una media de 3.8, la más baja, obteniendo una relación positiva, ya que supera la media límite hacia una buena atención al cliente como parte fundamental de la empresa.

CUADRO III.4. *Orientación al cliente*

Criterio	Media
Medición de la satisfacción	4.80
Expectativa del cliente	4.50
Relación con los objetivos	3.90
Necesidades del cliente	3.80
MEDIA TOTAL DEL FACTOR	4.25

El cuadro III.5 muestra la evaluación de los criterios de garantía de calidad con una media de 4.95, la más alta y, por supuesto, bastante superior y, con 3.4, la más baja también por arriba de la media límite, para ser positiva. Este factor tiene una relación positiva con las hipótesis obtenidas en la literatura.

CUADRO III.5. *Garantía de Calidad*

Criterio	Media
Prioridades del sistema	4.95
Estructura de los objetivos	4.90
Compresión de proceso	4.30
Barreras funcionales	4.25
Integración de procesos	3.90
Medición y evaluación	3.55
Actividades del sistema	3.40
MEDIA TOTAL DEL FACTOR	4.17

El cuadro III.6 representa las medias del recurso humano, con una media mayor de 4.25 y una media baja de 2.75. Ya que las medias son mayores a la límite (2.5), tiene en una acción positiva y tienden a ser mejores.

CUADRO III.6. *Recurso Humano*

Criterio	Media
Competencia activa	4.25
Responsabilidad	4.10
Contribución a la organización	3.95
Conocimiento y experiencia	3.95
Metas y objetivos personales	3.45
Restricción personal	2.75
MEDIA TOTAL DEL FACTOR	3.74

El cuadro III.7 muestra los resultados del factor liderazgo, con una media 3.7, la más alta, y una media 2.9, la más baja, por lo tanto, tiene una acción positiva, haciendo eficiente el liderazgo.

CUADRO III.7. *Liderazgo*

Criterio	Media
Influencia de carisma	3.70
Consideración individual	3.60
Motivación e inspiración	3.50
Reconocimiento contingente	3.25
Dejar hacer	2.90
MEDIA TOTAL DEL FACTOR	3.39

El cuadro III.8 muestra que la comunicación es positiva, siendo lo más relevante los elementos visuales.

CUADRO III.8. *Información y Análisis*

Criterio	Media
Visuales	3.75
Temporal	3.50
Transferencia de la información	3.40
Localización	3.00
Propiedad	2.65
MEDIA TOTAL DEL FACTOR	3.26

El cuadro III.9 indica que la estrategia de calidad alcanza un puntaje medio de 3.17, donde el criterio más representativo es el uso de herramientas de mejora continua.

CUADRO III.9. *Estrategia de calidad*

Criterio	Media
Herramientas de mejora continua	3.95
Objetivo individual	3.95
Medición de mejora	3.80
Organización del desempeño	3.45
Objetivos de proceso	2.00
Entrenamiento en métodos	1.90
MEDIA TOTAL DEL FACTOR	3.17

El cuadro III.10 muestra la evaluación de los criterios del desempeño organizacional con una media de 4.55 la más alta con una aseveración bastante positiva, y la más baja de este factor también con una aseveración positiva, lo que marca que la organización va por buen camino a la excelencia corporativa del SGC.

CUADRO III.10. *Desempeño organizacional*

Criterio	Media
Funciones claras	4.55
Procesos claros	4.20
Evaluación del desempeño	3.95
Responsabilidad de la dirección	3.60
Objetivos y metas de estrategia	3.55
Métodos de contramedida	3.30
Entradas y salidas	3.20
MEDIA TOTAL DEL FACTOR	3.76

#### 3.4.4. *Análisis de correlación*

Con el fin de analizar el impacto que tiene cada una de las variables y dimensiones del SGC sobre el desempeño organizacional, se efectuó un análisis de correlación, el cual nos indica en cada caso la magnitud y el sentido de la relación entre cualquier variable que identifica al SGC y cualquier variable que identifica al desempeño organizacional. Se debe notar que en esta investigación hacemos referencia al término *desempeño organizacional* como una medida de productividad operacional y no como una medida de productividad económica o financiera. En concreto, lo que se desea es analizar si los elementos que constituyen al SGC (por ejemplo, liderazgo, orientación al cliente, etc.) favorecen los procesos administrativos y de gestión (por ejemplo, los métodos de contramedida, el desarrollo de funciones claras y definidas) dentro de la refinería Francisco I. Madero, en el sentido de que ISO (el cual es el SCG implementado en la refinería) ha sido considerado en la literatura como un sistema documentado. La tabla III.11 muestra la correlación de las variables descritas. Como se puede observar, en cada casilla se muestran dos valores. El primer valor corresponde a la correlación, mientras que el segundo corresponde al  $p$ -valor (el cual nos indica la significancia de la correlación).

Factor	Variables	A	B	C	D	E	F	G
ORIENTACIÓN DEL CLIENTE	Medición de la satisfacción	-0.221 0.049	-0.024 0.019	0.058 0.008	-0.027 0.010	0.034 0.088	0.022 0.025	0.111 0.040
	Necesidades del cliente	0.131 0.082	-0.050 0.034	0.392 0.087	-0.000 0.010	0.037 0.078	0.099 0.077	<b>0.410</b> 0.073
	Relación con los objetivos	<b>0.524</b> 0.010	-0.024 0.021	0.079 0.041	0.019 0.038	<b>0.444</b> 0.050	-0.071 0.067	<b>0.410</b> 0.073
	Expectativa del cliente	-0.158 0.057	0.175 0.060	-0.185 0.035	0.120 0.014	-0.016 0.047	0.196 0.048	0.120 0.016
	Actividades del sistema	0.243 0.033	-0.106 0.058	-0.233 0.022	-0.025 0.016	0.353 0.027	-0.013 0.058	0.003 0.090
	Estándares de gestión organizacional	<b>-0.583</b> 0.007	0.198 0.042	<b>-0.433</b> 0.057	0.039 0.071	0.344 0.038	-0.147 0.035	-0.203 0.031
	Compresión de proceso	0.191 0.020	-0.227 0.036	-0.127 0.054	0.051 0.032	-0.320 0.069	-0.354 0.026	-0.044 0.053
	Integración de procesos	0.117 0.023	-0.202 0.034	-0.148 0.032	0.070 0.069	-0.180 0.047	-0.178 0.053	-0.224 0.042
	Frecuencia de evaluaciones	-0.111 0.041	<b>0.810</b> 0.029	-0.058 0.010	0.266 0.058	-0.318 0.072	0.063 0.071	0.299 0.020
GARANTÍA DE CALIDAD	Medición y evaluación	0.045 0.052	0.051 0.030	0.318 0.011	-0.107 0.054	0.237 0.015	<b>0.406</b> 0.076	-0.140 0.057
	Prioridades del sistema	0.054 0.020	0.123 0.064	-0.056 0.015	0.193 0.015	-0.158 0.006	0.279 0.034	0.140 0.055



RECURSO HUMANO	Restricción personal	0.176	-0.067	-0.364	0.350	0.049	-0.267	-0.061
		0.059	0.078	0.014	0.030	0.037	0.056	0.078
	Responsabilidad	0.180	-0.085	<b>0.513</b>	-0.100	-0.070	0.063	0.087
		0.047	0.022	0.019	0.076	0.070	0.071	0.016
	Contribución a la organización	0.013	-0.337	0.154	0.204	-0.297	-0.080	0.324
		0.056	0.015	0.016	0.088	0.023	0.038	0.063
	Metas y objetivos personales	0.222	-0.190	0.270	-0.278	0.233	-0.144	0.187
		0.048	0.023	0.050	0.036	0.023	0.044	0.029
	Competencia activa	0.181	-0.391	0.162	-0.058	-0.060	-0.306	-0.094
		0.045	0.068	0.014	0.037	0.018	0.018	0.062
INFORMACIÓN Y ANÁLISIS	Conocimiento y experiencia	0.112	0.014	0.060	0.313	-0.052	0.057	0.039
		0.038	0.052	0.018	0.017	0.027	0.012	0.070
	Transferencia de información	-0.139	0.346	-0.080	0.250	0.136	-0.211	0.363
		0.059	0.035	0.037	0.088	0.067	0.071	0.016
	Temporal	-0.039	-0.209	0.306	0.093	-0.240	0.178	-0.136
		0.070	0.077	0.090	0.065	0.038	0.054	0.068
	Visuales	-0.122	-0.141	0.207	-0.236	<b>0.434</b>	0.175	-0.255
		0.067	0.055	0.082	0.016	0.056	0.059	0.077
	Localización	0.000	0.377	<b>-0.492</b>	0.147	0.000	-0.125	0.286
		0.054	0.011	0.028	0.035	0.075	0.061	0.022
Propiedad	-0.021	<b>-0.640</b>	<b>0.479</b>	-0.075	-0.014	0.234	-0.056	
	0.030	0.002	0.033	0.052	0.054	0.021	0.015	

**Nomenclatura:** A - procesos claros; B - entradas y salidas; C - responsabilidad de la dirección; D - evaluación del desempeño; E - funciones claras F - objetivos y metas de estrategia; G - métodos de contramedida.

Un  $p$ -valor menor o igual a 0.050 implica que la correlación es significativa, es decir, que es confiable a un nivel de 95%. En consecuencia, un  $p$ -valor mayor a 0.050 significa que la correlación no es significativa a un nivel de confianza de 95%. Con respecto al valor de la correlación  $\rho$ , una correlación positiva implica que conforme aumenta el valor de la variable que mide cualquier dimensión del SGC, también aumenta el valor de la variable que mide la dimensión correspondiente del desempeño organización. Lo anterior implica que dicha variable del SGC tiene un impacto positivo sobre la variable del desempeño organizacional. De la misma manera, una correlación negativa indica lo opuesto: conforme aumenta el valor de la variable del SGC disminuye el valor de la variable del desempeño organización. Es decir, se observa un impacto negativo.

Finalmente, identificamos cinco niveles de impacto: (1) si el valor absoluto de la correlación  $|\rho|$  se encuentra entre  $0.000 \leq |\rho| \leq 0.200$  decimos que no existe correlación; (2) si el valor absoluto de la correlación  $|\rho|$  se encuentra entre  $0.200 < |\rho| \leq 0.400$  decimos que existe una correlación baja; (3) si el valor absoluto de la correlación  $|\rho|$  se encuentra entre  $0.400 < |\rho| \leq 0.600$  decimos que existe una correlación media; (4) si el valor absoluto de la correlación  $|\rho|$  se encuentra entre  $0.600 < |\rho| \leq 0.800$  decimos que existe una correlación alta; finalmente, (5) si el valor absoluto de la correlación  $|\rho|$  se encuentra entre  $0.800 < |\rho| \leq 1.000$  decimos que existe una correlación muy alta.

Las correlaciones resultantes llegan a ser, en su mayoría, positivas. También la mayoría presentan  $p$  valores menores a 0.050. En la tabla III.11 se identifican con negritas las correlaciones con valor absoluto mayor a 0.400, es decir, aquellos que al menos presentan una correlación media, la cual es sumamente significativa dado el tamaño de la muestra.

Los resultados por factor se resumen de la siguiente manera:

- **Orientación al cliente.** Se observa que variables como entender las necesidades del cliente y traducirlas a objetivos dentro del SGC, tienen un impacto positivo sobre el diseño de procesos claros y definidos (0.524), lo cual también favorece contar con funciones claras para los trabajadores (0.444) y la definición de métodos de contramedida eficientes (0.410) para cualquier contingencia que pueda surgir.
- **Garantía de calidad.** Se observa que variables como la existencia de estándares de gestión organizacional, como estructuras jerárquicas o duplicidad de funciones (contar con muchos jefes), tienen un impacto negativo sobre el diseño de procesos claros y definidos (-0.583) y sobre el involucramiento

de la alta dirección (-0.433). Por otro lado, variables como la frecuencia con que se evalúa el SGC tienen un impacto positivo sobre la orientación a procesos. Es decir, que mientras más frecuentes son las evaluaciones al SGC, se logra una mayor orientación a procesos (identificando para cada proceso proveedores, insumos, uno, salidas y clientes).

- **Recurso humano.** En este apartado el nivel de responsabilidad que se otorga a un trabajador se correlaciona de forma positiva (0.513) con el involucramiento de la dirección. Es decir, que se favorece el trabajo conjunto.
- **Liderazgo.** Se observa que variables como el liderazgo permisivo de algunos administradores tienen un impacto negativo (-0.492) sobre los sistemas de evaluación del desempeño. Sin embargo, variables como la consideración individual de los líderes (empatía, y proveer retos y oportunidades para los empleados) tienen un impacto positivo sobre la orientación a procesos (0.462) y el sistema de evaluación del desempeño (0.442).

### 3.5. Conclusiones

La creación de una cultura organizacional propicia el logro de la competitividad. Los resultados de calidad, tangibles e intangibles, deben ser evaluados mediante el establecimiento de indicadores y métodos de análisis estadísticos para cada actividad y proceso en toda la compañía que sirvan para medir los problemas de calidad tanto reales como potenciales. A lo que respecta al problema planteado con base en la comunicación de los líderes, la información es un suministro continuo para identificar y eliminar errores desperdicios; si no hay una comunicación adecuada la organización quebrará. A lo que respecta de liderazgo, la administración debe comprometerse a ejercer un liderazgo efectivo, mediante los programas de calidad basado en valores de fondo, no de forma, con una reingeniería mental para la competitividad que llevará a una planeación estratégica y complementar la información con la tecnología y el capital disponibles ya que éstos determinan la orientación del negocio para satisfacer las necesidades de los clientes, así como para conocer las estrategias de los competidores y competir contra ellos.

Se analizan seis elementos (factores) y variables de cada uno de los elementos que nos permitieron medir el desempeño organizacional conformado por directivos, empleados en general y departamentos, al mejoramiento del SGC de la refinería Francisco I. Madero. Por la cual se diseñó y validó un instrumento de medición que nos permitió la recolección de los datos e información fiable relacionada con el SGC para evaluar el desempeño organizacional. Existen algunas limitaciones de este estudio que deben tenerse en cuenta. En primer lugar, el tamaño de la muestra de esta investigación (35 encuestados)

es una muestra menor aunque significativo. El desequilibrio relativo entre el número de encuestados de un solo grupo puede ser un factor contribuyente dando como resultado fiable. Por lo tanto, los hallazgos de este estudio deben interpretarse con cuidado.

Para futuras investigaciones se recomienda estudiar el impacto de los SGC sobre la industria manufacturera para determinar si la certificación ISO 9000 tiene un impacto en las prácticas de gestión de calidad. En las encuestas también se pueden realizar especificaciones, básicamente en las PyMES y en las grandes organizaciones, para determinar el impacto del tamaño sobre las prácticas de gestión y resultados de calidad con un enfoque al sistema ambiental y a los valores morales de las organizaciones.

### 3.6. Referencias

- A. Castillo, David y Miguel G. Díaz (1994), *El lenguaje de la calidad. Antología*, p. 47. [Consultado el 01 de noviembre de 2011, <http://boks.google.com/books?id>].
- A. Gutiérrez, Cuauhtémoc (2004), *Administración y calidad*, Limusa Noriega editores. [Consultado el 07 de noviembre de 2011, <http://boks.google.com/books?id>].
- A. San Miguel, Pablo (2007), *Calidad*, p. 01. Ediciones Paraninfo. [Consultado el 06 de noviembre de 2011, <http://boks.google.com/books?id>].
- Anónimo (2009), *Refinería Francisco I. Madero*, p. 2. [Consultado el 11 de octubre de 2011, [www.pemex.com/index.cfm](http://www.pemex.com/index.cfm)].
- Anónimo (2010), *La refinación en México, industria petrolera mexicana*. p. 3. [Consultado el 13 de octubre de 2011, [www.industriapetroleramexicana.com](http://www.industriapetroleramexicana.com)].
- Antonio Ceballos, José (2011), *Situación actual y futura de la industria nacional de la refinación*, pp. 2-3. [Consultado el 10 de octubre de 2011, [www.pemex.com/index.cfm](http://www.pemex.com/index.cfm)].
- B. Baubeta, Ana (2006), *Fidelización del cliente: introducción a la venta personal y a la dirección de ventas*. p. 14. Vigo. [Consultado el 07 de noviembre de 2011, <http://boks.google.com/books?id>].
- Belinda Garza, Nadia (s/f). *Turismo Tamaulipas*. p. 7. [Consultado el 14 de octubre de 2011, [www.members.fortunecity.com](http://www.members.fortunecity.com)].
- Cantú Delgado, Humberto (2001), *Desarrollando una cultura de calidad*. 2ª Edición. McGraw-Hill, pp. 35, 38, 40, 344.
- Congreso de los Estados Unidos Mexicanos (2011), *Ley de aguas nacionales*. p. 2. Consultado el 11 de agosto de 2011, [www.diputados.gob.mx/leyesBiblio/pdf/16/pdf](http://www.diputados.gob.mx/leyesBiblio/pdf/16/pdf).
- Congreso del Estado de Tamaulipas (1978), *Reglamento de construcción para el estado de Tamaulipas. (Leyes, códigos y reglamentos)*, p. 2. [Consultado

- el 12 de agosto de 2011, [www.congresotamaulipas.gob.mx](http://www.congresotamaulipas.gob.mx)).
- Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos (2000), *Reglamento del equilibrio ecológico y protección del medio ambiente, Valle Hermoso Tamaulipas*, pp. 2-3 (Consultado el 10 de agosto de 2011, [www.conciencia-animal.c/paginas/leyes](http://www.conciencia-animal.c/paginas/leyes)).
- Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos (2011), *Ley general de equilibrio ecológico y protección del ambiente*. p. 1. Consultado el 08 de agosto de 2011, [www.diputados.gob.mx/leyesBiblio](http://www.diputados.gob.mx/leyesBiblio).
- El Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos (2007), *Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos*. p. 1. Consultado el 11 de agosto de 2011, [www.diputados.gob.mx/leyesBiblio/pdf/263/pdf](http://www.diputados.gob.mx/leyesBiblio/pdf/263/pdf).
- Galeana Figueroa, Aoristo (2004), *Planteamiento teórico metodológico*. p. 81. [Consultado el 06 de noviembre de 2011, [www.scribd.com/doc/52770503](http://www.scribd.com/doc/52770503).]
- García Galván, Javier (2008), “*Construcción de Refinería en Altamira*”. p. 1-2. [Consultado el 13 de octubre de 2011, [Imperio.milenio.com/nodo/8065120](http://Imperio.milenio.com/nodo/8065120).]
- Gonzales Cruz, Leonel (2010), *Sistema integral de administración. Refinería Francisco I. Madero*.
- Hernández Sampieri, Roberto (2003), *Metodología de la investigación*. 3ª México, McGraw-Hill.
- Ishikawa, Kaoru (1985), *Control total de calidad* 3ª Colombia, Norma.
- J. Vergara y T. Fontalvo (2010), *La gestión de la calidad en los servicios ISO 9001:2008*. Eme - Universal de Málaga. pp. 12, 23, 49, 52. [Consultado el 07 de noviembre de 2011, <http://boks.google.com/books?id>.]
- J. F. Miranda Gonzáles et al. (2007), *Introducción a la gestión de la calidad*. Publicaciones delta. p. 16. [Consultado el 05 de noviembre de 2011, <http://boks.google.com/books?id>.]
- J. M. Juran y F. M. Gryna. (1990). *Análisis de la planeación de la calidad*. 2ª edición, volumen 1, Reverte. [Consultado el 07 de noviembre de 2011, <http://boks.google.com/books?id>.]
- López Albarrán, Enrique (s/f), *Plan estratégico comercial de Pemex refinación*. pp. 3, 7, 9, 78. [Consultado 11 de octubre de 2011, [www.fer.pemex.com/octanajo/044/g.htm](http://www.fer.pemex.com/octanajo/044/g.htm).]
- López Altamirano, Alfredo 2001, *Qué son, para qué sirven y cómo se hacen las investigaciones de mercado*, México. Continental.
- M. Andrés y E. Francisco (2011), *La norma ISO 9001:2008*. p. 2-3. [Consultada el 16 de octubre de 2011, [www.side.com](http://www.side.com).]
- M. Vázquez Lema (2007), *La calidad: el concepto nuevo que debe de ser manejado*. p. 1, 2, 3. [Consultado el 06 de noviembre de 2011, [www.degerencia.com/articulo/la\\_calidad\\_elconcepto\\_actual](http://www.degerencia.com/articulo/la_calidad_elconcepto_actual)].

- Miranda Mendoza, Miguel A. (2010), *Manual del Sistema de Pemex-SSPA*, Refinería Francisco I. Madero.
- Muños Leos, Raúl (2003), *Pemex solución actual y estrategia de crecimiento*, pp. 1-2. [Consultado 10 de agosto de 2011, [www.usem.org.mx/archivos/contenidos](http://www.usem.org.mx/archivos/contenidos)].
- Norma mexicana (2011), NOM-CC-9001-IMNC-2008. *Manual de la Refinería Francisco I. Madero*.
- Refinería "Francisco I. Madero" (1992), *Historia de Pemex. Pemex refinación*, [Consultado el 10 de agosto de 2011, <http://www.ref.pemex.com>].
- Rivas Tovar, Luis Arturo (2004), *¿Cómo hacer una tesis de maestría?* México, Taller Abierto.
- S. Oakland, John (1999), *Administración por calidad total*. México, CECSA.
- Schmelkes, Corina (1989), *Manual para elaboración de anteproyectos e informes de investigación*, tesis 2ª México, Oxford Press.
- Semarnat (2000), ley de navegación, p. 2. [Consultado el 15 de julio de 2011, [www.semarnat.gob](http://www.semarnat.gob)].
- Sener (s/f), *Diagnóstico: situación de Pemex*. pp. 7, 79-78. [Consultado el 11 de octubre de 2011, [www.pemex.com/files/content/situacionpemex.pdf](http://www.pemex.com/files/content/situacionpemex.pdf)].
- V. Feigenbaum, Armand (2004), *Control total de la calidad* 3ª edición, México, CECSA.
- W. Edwards Deming y Nicolao Medina (1989), *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*, pp. 8-39. [Consultado el 20 octubre de 2011, <http://boks.google.com/books?id>].

## ANEXO 3.1. Cuestionario

I. Encuesta a directivos de refinería Francisco I. Madero

SE LE PIDE CONTESTAR SOBRE UNA ESCALA DEL NÚMERO 1 AL 5 SEGÚN LA ASEVERACIÓN CON LA QUE MÁS SE IDENTIFIQUE.					
SÓLO ELIJA UNA RESPUESTA					
1.-Nunca 2.-Casi nunca 3.-A veces 4.-Casi siempre 5.-Siempre =100%					
Nombre de la empresa: Refinería Francisco I. Madero.	1	2	3	4	5
Nombre del trabajador (líderes); _____					
1.- ¿Se tienen claramente definidos los procesos que componen a la organización?					
2.- ¿Con qué frecuencia se reúne con su equipo para evaluar el nivel de satisfacción con la que se están haciendo las cosas?					
3.- ¿Se cuenta con un despliegue de valores que soporten la cultura organizacional?					
4.- ¿Se cuenta con criterios claramente definidos para el diseño y la selección de bases de datos usadas en la organización?					
5.- ¿Se tienen definidas las funciones responsables del programa organizacional de mejora continua, a las funciones que deberán llevar a cabo los mejoramientos y a las funciones que tiene que evaluar los mejoramientos?					
6.- ¿El concepto de la mejora continua está declarado en alguno de los enunciados tales como la visión, la misión, la política de calidad, los valores organizacionales?					
7.- ¿Se ha capacitado al personal responsable de llevar a cabo las actividades de mejoramiento en técnicas y herramientas que permitan analizar y establecer la mejora de los productos, procesos y sistemas?					
8.- ¿La organización cuenta con esquemas que promuevan la participación del personal en la solución de problemas, mejora continua e innovación?					
9.- ¿Para cada proceso se tienen definidos a los proveedores, sus entradas, sus salidas y sus clientes?					
10.- ¿Le da a su gente oportunidades para poner a prueba su talento?					
11.- ¿Se tienen asignados los recursos y el personal responsable para establecer, documentar y mantener un sistema de gestión?					
12.- ¿Los objetivos estratégicos y operativos de la organización están basados en datos históricos?					
13.- ¿Qué tan a menudo le recuerda a su equipo la trascendencia de su trabajo?					

II. Encuesta realizada al departamento encargado de gestionar la calidad (USIPA).

SE LE PIDE CONTESTAR SOBRE UNA ESCALA DEL NÚMERO 1 AL 5 SEGÚN LA ASEVERACIÓN CON LA QUE MÁS SE IDENTIFIQUE.					
SÓLO ELIJA UNA RESPUESTA					
1.-Nunca 2.-Casi nunca 3.-A veces 4.-Casi siempre 5.-Siempre =100%					
Nombre de la empresa; Refinería Francisco I. Madero.	1	2	3	4	5
Nombre del trabajador (obrero): _____					
14.- ¿La organización mide frecuentemente la satisfacción de clientes tanto internos como externos?					
15.- ¿Son comunicadas las necesidades y expectativas de los clientes en la organización?					
16.- ¿Se revisan las necesidades de los clientes si están ligadas a los objetivos de la organización?					
17.- ¿La organización cumple y excede las expectativas de los clientes tanto internos como externos?					
18.- ¿La planeación estratégica y operativa de la organización está basada en datos y hechos?					
19.- ¿La política de calidad orienta a las personas al establecimiento de estándares que conforman el sistema de gestión de la organización?					
20.- ¿La alta dirección revisa el desempeño de los procesos definidos y los planes de acción cuando no se logran los resultados establecidos?					
21.- ¿Se tiene claramente establecido el alcance del sistema de gestión en la organización?					
22.- Para difundir un nuevo estándar o la modificación de alguno existente, ¿se cuenta con un proceso sistémico para realizar su despliegue?					
23.- ¿Frecuencia en que se evalúa la efectividad del sistema de gestión de la organización?					
24.- ¿Con qué frecuencia a su jefe le interesa que usted se desarrolle profesionalmente?					
25.- ¿Existe y se utiliza un documento o normativa externa o propia que sirva como base para implantar un sistema de gestión?					
26.- ¿Se tiene el compromiso declarado de mejorar continuamente las características de los productos, de los procesos y de los sistemas?					



III. Encuesta realizada a los trabajadores  
de la Refinería Francisco I. Madero.

SE LE PIDE CONTESTAR SOBRE UNA ESCALA DEL NÚMERO 1 AL 5 SEGÚN LA ASEVERACIÓN CON LA QUE MÁS SE IDENTIFIQUE.					
SÓLO ELIJA UNA RESPUESTA					
1.-Nunca 2.-Casi nunca 3.-A veces 4.-Casi siempre 5.-Siempre =100%					
Nombre de la empresa; Refinería Francisco I. Madero.	1	2	3	4	5
Nombre del trabajador (obrero): _____					
27.- ¿Se cuenta con un sistema de revisión y determinación de las necesidades de capacitación y entrenamiento con sus compañeros de la organización?					
28.- ¿La insatisfacción tuya y de tus compañeros se analizan consistente y ordenadamente para su corrección adecuada y oportuna?					
29.- ¿Existen sistemas de trabajo de equipo en su área y el de sus compañeros?					
30.- ¿Existen en la organización programas que le permitan el desarrollo de planes de carrera?					
31.- ¿Para cada uno de los procesos definidos, conoce los indicadores de su desempeño?					
32.- ¿Para cada proceso definido, conoce claramente las funciones dueñas de esos procesos?					
33.- ¿Cómo participa en la organización a la evaluación del sistema de gestión?					
34.- ¿A usted se le establecen metas de la organización?					
35.- ¿Cuentan con estrategias para cumplir los indicadores de desempeño, las problemáticas, necesidades de los clientes, traducidas en objetivos y metas?					
36.- ¿La información es confiable y está actualizada de tal manera que permita el seguimiento y análisis de los diversos propósitos?					
37.- ¿El desempeño esperado se hace de acuerdo con los objetivos que establece su jefe?					
38.- ¿Cuenta con procesos y métodos definidos de desempeño para identificar las causas y establecer contramedidas?					
39.- ¿Son utilizados sistemática y permanentemente los sistemas de información por parte de la alta dirección de la organización?					



## IV. IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN EFICIENTE DE FLOTAS PARA LA SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE

### 4.1. Introducción

El transporte es el sistema más antiguo de movilidad que conocemos y está integrado por cinco modos fundamentales: carretera, ferrocarril, agua, aire y tubería; siendo el automóvil el que más contribuye a la movilidad de personas y mercancías en la mayoría de los países (Olivera, 2004). Para Aparicio (2008) el transporte es la actividad económica que satisface las necesidades humanas de movilidad, tanto de personas como de cosas, por medios materiales y escasos. Para Cendrero y Truyols (2008) el transporte está formado por tres elementos fundamentales interrelacionados entre sí: la infraestructura, los vehículos y la empresa de servicio que constituye la actividad propia, siendo su objetivo básico el traslado de personal y material en menor tiempo y con mayor seguridad posible; no hay relación entre las ideas: *a)* la fácil conexión de los centros de producción con los de consumo; *b)* mejorar la accesibilidad territorial; *c)* permitir el desplazamiento de mercancías y personas; *d)* conseguir múltiples accesos a las poblaciones; *e)* dotar de integridad territorial y social con interconexiones entre comunidades autónomas, estado y las redes transnacionales; *f)* elevar la productividad y el rendimiento en la creación del PIB en los distintos sectores productivos; *g)* fomentar las relaciones sociales y culturales entre comunidades autónomas; *h)* influir en la modernización del país.

Por otra parte, una flota de transporte es el conjunto de vehículos que se destinan al transporte de mercancías o personas que dependen económicamente de una misma empresa; por lo que una gestión eficiente de flotas de vehículos es la que utiliza los menores recursos posibles para su funcionamiento y maximiza el rendimiento (IDAE, 2006). La gestión de flotas puede incluir una variedad de objetivos y funciones como el mantenimiento de vehículos, el seguimiento y control de éstos, su detención remota de vehículos, el diagnóstico mecánico, la administración de conductores, la gestión de combustible, la gestión de la seguridad y, en general, todo lo referido al análisis de los datos e información disponible y a la toma de decisiones vinculados con la flota de vehículos (Ful-Mar, 2012).

## 4.2. Fundamentos

### 4.2.1. Clasificación de flotas de transporte

Para el IDAE (2006) las flotas se pueden clasificar de la manera siguiente:

a) Por tamaño:

- **Pequeña:** La integran normalmente empresas de propietarios autónomos las cuales cuentan hasta con seis vehículos para la prestación del servicio, siendo los conductores los asalariados o familiares.
- **Mediana:** Son empresas familiares que cuentan desde seis hasta 30 vehículos para la prestación del servicio, las cuales se han especializado en un giro en particular y cuentan con una amplia cartera de clientes, por lo tanto, es necesario que posean un encargado de la gestión de vehículos confiable para que lleve el control de las unidades y así puedan seguir creciendo y especializarse en mercados emergentes.
- **Grande:** Empresas que cuentan con una gran cantidad de vehículos, es decir, a partir de 30 unidades, las cuales pueden ser propias o subcontratadas; suelen tener concesionarios en diversas delegaciones o zonas del país y se pueden especializar en diversos servicios de transporte.

Asimismo, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía en México (INEGI, 1999) clasifica a los transportes en:

b) Por servicio:

- **Pasajeros:** es el destinado exclusivamente al transporte de personas como son:
- **Motocicleta:** vehículo de dos o cuatro tiempos, diseñado para el transporte de personas.
- **Automóvil:** vehículo diseñado para el transporte de personas, con capacidad de hasta nueve plazas o asientos. *Incluye:* camionetas tipo van equipadas con asientos para el transporte de personas.
- **Microbús y minibús:** vehículos diseñados para el transporte de personas, con capacidad de más de nueve y hasta 25 plazas o asientos.
- **Autobús:** vehículo diseñado para el transporte de personas, con capacidad de más de 25 plazas o asientos.

c) Por carga: Es destinado al transporte de carga de mercancías como son:

- Motocicleta: vehículo de dos o cuatro tiempos, diseñado para el transporte de carga.
- Camioneta: vehículo diseñado para el transporte de carga, con capacidad de hasta 1.5 toneladas. Incluye: camionetas tipo van que no cuentan con asientos para facilitar el transporte de la carga.
- Camión: vehículo pesado de seis a 12 llantas con una capacidad de carga superior a las tres toneladas.
- Camión ligero o mediano: vehículo diseñado para el transporte de carga, con capacidad mayor a 1.5 y menor a 3.5 toneladas.
- Camión pesado: vehículo automotor diseñado para el transporte de carga, con capacidad mayor o igual a 3.5 toneladas.
- Tractocamión: vehículo destinado a soportar y jalar remolques o semirremolques.
- Remolque y semirremolque: vehículo de carga no dotado de medios de propulsión, diseñado para ser arrastrado por un tractocamión.
- Grúa: vehículo de motor destinado al arrastre de cualquier tipo de unidades de transporte.
- Vehículo eléctrico para reparto: vehículo cuyo único medio de propulsión es la energía eléctrica, destinado al transporte de mercancías.
- Pasajeros y carga: es destinado al transporte tanto de pasajeros como de carga.
- Aeronave: vehículo aéreo de motor diseñado para el transporte de personas o carga, cuyo tipo de propulsión es por hélice (pistón o turbina) o ala rotatoria.
- Embarcación: vehículo náutico con o sin propulsión propia diseñado para el transporte de personas o carga.

#### 4.2.2. Gestión eficiente de flotas

Para Jiménez (2008) las actividades que se deben efectuar para que se cumpla el término *Gestión eficiente de flota* son: *a)* estructurar un control del inventario de vehículos que se poseen; *b)* asesorar al personal directamente relacionado con la flota acerca de su manejo eficiente; y *c)* poseer un control detallado en relación con los costes que intervienen en el óptimo funcionamiento de la flota (combustibles, operaciones, mantenimientos). Una vez teniendo un control detallado de cada uno de los vehículos, podremos obtener beneficios como:

- a. Mejor rendimiento económico de la empresa.* Al efectuarse un inventario de los vehículos que posee la empresa, determinando características sobresalientes de cada unidad, el personal implicado en el servicio, los horarios

y las distancias de funcionamiento del vehículo, se podrá realizar un plan de acción para controlar costes de combustible, así como la programación de los mantenimientos preventivos y/o predictivos, logrando con esto una mejor administración de los recursos tanto financieros como materiales y humanos.

- b. **Reducción de riesgos de accidentes.** Orientando al personal con capacitación de conducción eficiente se podrán prevenir accidentes de tráfico, a su vez, inducir al conductor a manejar de una manera pacífica y concentrada, ayudando no sólo a disminuir riesgos sino también costes, ya que con una correcta conducción se reduce el consumo de combustible así como las primas de seguro de los años consecuentes por índices de riesgos.
- c. **Reducción de emisiones.** La capacitación para los conductores no sólo ayuda a prevenir accidentes, sino también contribuye a una conducción eficiente que traiga consigo menos emisiones de contaminantes, asimismo, ayudara a prevenir enfermedades debido a que la emisión de CO2 disminuye la concentración y rendimiento intelectual de las personas. Estos beneficios se verán reflejados al eliminar malos hábitos de conducción vehicular que impliquen consumo de combustible y carburantes innecesario (Jiménez, 2008).

Para llevar a cabo una gestión eficiente de flotas es necesario analizar valores de referencias de distintas actividades desarrolladas por la empresa, las cuales servirán como objetivos particulares a alcanzar en la presente investigación (véase la figura IV.1.).

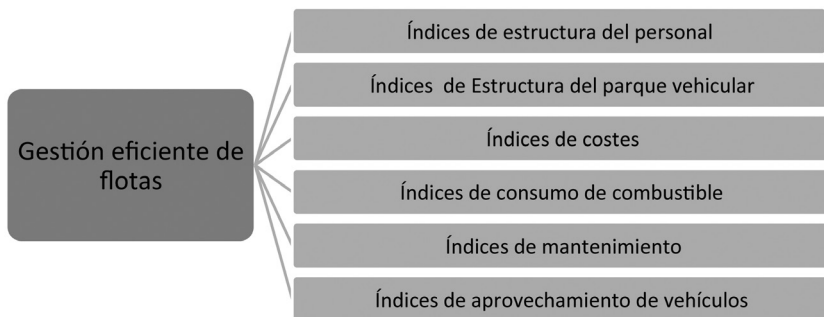


FIGURA IV.1. *Gestión eficiente de flotas de transporte*

Según Elegido (1996) los servicios de cada empresa van dirigidos al cumplimiento del objetivo con la finalidad de obtener el máximo beneficio (esto implica la reducción de costes) sin olvidarnos de la importancia que representa la calidad en el servicio o producto, identificando así los criterios que permitan determinar el orden de las prioridades de la empresa, por ejem-

plo: 1) maximizar la satisfacción del cliente del producto o servicio, es decir, maximizar los ingresos, puesto que están siempre relacionados con los clientes satisfechos; 2) comprar con la máxima relación calidad-coste; esto es, reducir costes en la adquisición de productos entrantes (materiales, servicios, etc.), y 3) gestionar con la máxima efectividad la propia actividad interna de la empresa (la que va desde la compra de productos entrantes hasta la venta de productos salientes).

La satisfacción del cliente es una condición fundamental y necesaria, aunque no suficiente para el éxito empresarial. Esta satisfacción va ligada directamente a la valoración que el cliente hace del servicio, basada en su propia percepción. La cuantificación de este aspecto da lugar a lo que hoy en día se entiende por calidad, y es en realidad la calidad percibida por el cliente, por lo tanto, se deben determinar las necesidades que el cliente posee, estableciendo una lista exhaustiva de todas las dimensiones importantes que describen al producto o servicio, verificando cuáles son los factores que faltan por cubrirse para actuar sobre ellos y tener así totalmente satisfechos a nuestros clientes. (Hayes, 1999).

La consecución de la calidad para ambos clientes implica que el proveedor trabaje con efectividad. Ésta se consigue conforme a la terminología de las ISO 9000, actuando sobre dos aspectos de la actividad: *a)* eficacia: hacer que lo planificado y lo realizado se aproximen al máximo, es decir, la sintonía entre lo que se planificó para conseguir que los clientes perciban la calidad adecuada en los productos que reciben y en sus servicios acompañantes, y lo que realmente se ha hecho; *b)* eficiencia: un trabajo realizado con eficacia contribuirá a una mejor valoración percibida por los clientes el producto y el beneficio. Pero existe un segundo aspecto de efectividad que es especialmente bien percibido por el cliente: la eficiencia. El beneficio será mayor si los recursos (operativos y/o materiales) necesarios para conseguir productos y venderlos a los clientes se utilizan efectivamente, es decir, si se pueden satisfacer las expectativas del cliente de producto con una mínima utilización o aplicación de recursos (Lozano, 2002).

#### *4.2.3. Sociedad Cooperativa Pascual*

La empresa está dedicada a la elaboración y comercialización de bebidas como: jugos, néctares, pulpa de frutas, agua purificada y refrescos, con el compromiso de deleitar y satisfacer a los consumidores de todas las edades. La empresa tiene presencia en 29 estados de la República mexicana, y el Distrito Federal. A nivel de infraestructura cuenta con: tres plantas, cinco bodegas, 22 sucursales y 40 distribuidores independientes, y cuenta con siete

canales de distribución. Desde sus orígenes, la Cooperativa Pascual ha estado a la vanguardia en la producción de bebidas refrescantes carbonatadas y no carbonatadas, siendo sus principales productos: Pato Pascual, Lulú, Lulú Cola, Power Duck, Boing, Nutri Boing, Pato Pascual Citrus, Pascualín, Agua Purificada Pascual y ahora también Agua Saborizada.

La presente investigación fue llevada a cabo en la sucursal establecida en Ciudad Madero, Tamaulipas, teniendo como objetivo principal almacenar y comercializar los productos, contando para ello con seis zonas de distribución y reparto. La falta de transporte está constituida por 12 unidades *pick-up* y un camión marca "Famsa"; de las cuales siete son para uso diario, uno para cadenas comerciales locales y foráneas, y el resto es utilizado como adicionales para atender imprevistos.

### 4.3. Método

#### 4.3.1. Enfoque y tipo de investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo debido a que se utilizó la recolección y el análisis de datos numéricos en el conteo del consumo de combustible y mantenimiento vehicular en la empresa para llevar a cabo el objetivo establecido (Hernández *et al.*, 2003). Asimismo, es de tipo descriptiva ya que se especifican las características y perfiles que fueron sometidos al análisis (Dankhe, 1999).

#### 4.3.2. Método de la investigación

Para la consecución de los objetivos de la presente investigación en cuanto a la medición y cuantificación de la eficiencia de los costos operativos de la organización, se procederá a desarrollar las siguientes etapas metodológicas:

**Etapa 1.** Se analizaron diversas herramientas de gestión eficiente de flotas para seleccionar la que contribuya de una manera directa con el consumo de combustible. La capacitación en conducción eficiente se centra en crear conciencia en el operador de la unidad de transporte, la conducción y su incidencia en la minimización de costos. Las ventajas principales radican en el conductor (mejorar el confort y evitar la tensión al conducir, reducción del riesgo, ahorro económico del combustible y menores costos de manteni-



miento) y el medioambiente, reducción de la contaminación urbana por CO<sub>2</sub>. Siendo los indicadores a utilizar los señalados en la figura IV.1.

**Etapa 2.** En esta etapa se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa, en relación con los indicadores a medir, como los son: el consumo de combustible y el mantenimiento vehicular proporcionados por la empresa con la finalidad de implantar un sistema que contribuya en la minimización de costes por consumo de combustible y por mantenimiento vehicular.

Así que, para calcular el consumo de combustible se utiliza la siguiente formulación matemática.

$$CC = L \times \$/L \dots\dots\dots EC. (4.2.1)$$

Donde:

*CC:* consumo de combustible

*L:* costo anual de combustible

*\$/L:* precio de litro de combustible

Por otra parte, para determinar el costo anual de mantenimiento se utiliza:

$$M = m * km \dots\dots\dots EC. (4.2.2)$$

Donde:

*M:* coste anual de mantenimiento

*m:* coste de kilómetro de mantenimiento de vehículos y equipos

*km:* kilómetros recorridos

Finalmente, para determinar el costo anual de reparaciones la siguiente ecuación:

$$R = r * k \dots\dots\dots EC. (4.2.3)$$

Donde:

*R:* costo anual de reparaciones

*r:* costo por kilómetro de reparaciones de vehículo y equipos

*k:* kilómetros recorridos

**Etapa 3.** Para poder lograr disminuir los costos de manera significativa en combustible y/o en mantenimiento de la unidad de transporte se procedió a capacitar a los operadores de la flota de transporte en “*conducción eficiente de la unidad de transporte*”, ya que los hábitos de conducción impactan directamente en los costos por consumo de combustible.

*Etapa 4.* Se diseñaron y elaboraron plantillas para el control de mantenimiento de las unidades vehiculares con la finalidad de conocer las fallas más frecuentes en las unidades y verificar si éstas afectan de manera directa el consumo de combustible.

*Etapa 5.* Por último, se analizaron de manera general todos los datos obtenidos posteriormente a la implementación del sistema y se evaluó la información con el objeto de verificar la eficiencia operativa del sistema de gestión eficiente implementado que contribuyó de manera efectiva a la minimización de los costes de combustible y de mantenimiento vehicular de la Empresa Sociedad Cooperativa Trabajadores de Pascual.

#### 4.4. Análisis y resultados

Los principales resultados obtenidos en la presente investigación de gestión eficiente de una flota de transporte son los siguientes:

##### 4.4.1. Índice de estructura del personal

La Empresa Sociedad Cooperativa Trabajadores de Pascual en estudio cuenta con 13 operadores de transporte que corresponde a igual número de unidades de la flota de transporte que, indistintamente de su nivel de estudios, fueron capacitados en “conducción eficiente” para poder lograr los resultados visibles en cuanto a consumo de combustible y el mantenimiento de la unidad, asimismo, el curso de conducción eficiente permitió concientizar al operario en el grado de responsabilidad que tiene para con su unidad y cómo su conducción repercute en los costos de mantenimiento y de operación.

##### 4.4.2. Índice de estructura vehicular

Las características de la flota de transporte de mercancías en que la empresa realiza la distribución de los productos para el reparto local es de siete vehículos automotores marca Nissan, un vehículo marca Ford, y sus características particulares se representan en el cuadro IV.1

CUADRO IV.1. *Control de unidades de Sociedad Cooperativa Trabajadores de Pascual*

Marca	Modelo	No. de serie	No. de motor	Clave de Unidad	Placas
Nissan	1998	3N1CD15S1WK-016049	KA24735506M	98-910	WH67940
Nissan	1998	3N1CD15S3WK-016070	KA24734975M	98-912	WH67938
Ford	1999	3FDKF36L7XMA-26754	XMA26754	99-993	WH67935
Nissan	2001	3N6CD12S31K-035080	KA24995351M	01-1152	WH67930
Nissan	2005	3N6DD14S85K-014930	KA24251910A	05-1298	WH67934
Nissan	2005	3N6DD14S85K-015141	KA24252074A	05-1299	WH67933
Nissan	2005	3N6DD14S65K-014912	KA24251907A	05-1300	WH67932
Nissan	2008	3N6DD14S08K-006681	KA24362029A	08-1436	WH67929
Nissan	2008	3N6DD14S18K-006544	KA24361749A	08-1437	WH67927
Nissan	2008	3N6DD14S58K-013321	KA24369165A	08-1435	WH67926
Nissan	2008	3N6DD14S08K-006535	KA24361740A	08-1438	WH67817
Nissan	2009	3N6DD21T39K004816	KA24396783A	09-1513	WH67816
Famsa	1989	-	-	VA89-004	XR93857

#### 4.4.3. Índice de costos

a. *Consumo de combustible.* En el cuadro IV.2. se muestra el consumo de combustible y la representación del costo para las siete unidades de reparto correspondientes al periodo enero-junio de 2012.

Asimismo, en el cuadro IV.2 se puede observar el consumo en litros de combustible de cada vehículo, así como el coste total que representa dicho consumo; siendo la unidad 08-1436 la de mayor consumo con 3067.65 litros que representan un costo total de \$27 674.30. La unidad 05-1299 consumió 2965.06 litros con un coste total de \$26 667.99. La unidad 08-1438 es la que menor consumo de combustible con 1 680.84 con un costo representativo de \$15 150.67. El resultado de consumo de combustible total es de 16 462.15 litros de combustible que representan en el periodo un costo de operación de \$148 278.68, por todas las unidades que estuvieron en circulación durante el periodo enero-junio de 2011.

CUADRO IV.2. *Consumo de combustible*

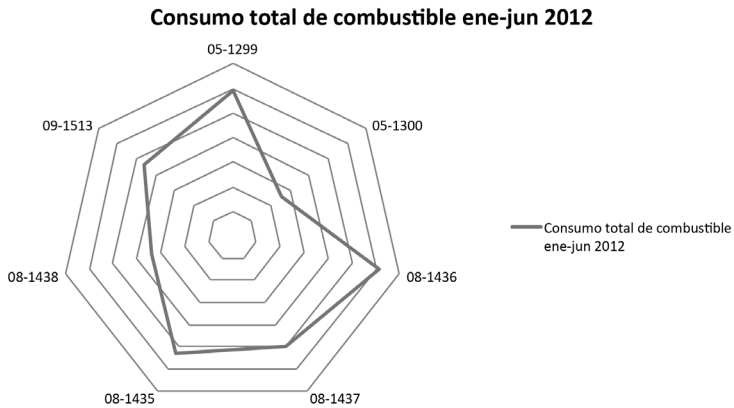
Marca	Modelo	Clave de unidad	Litros de combustible	Costes de combustible
Nissan	2005	05-1299	2 965.06	\$26 667.99
Nissan	2005	05-1300	1 295.23	\$11 634.03
Nissan	2008	08-1436	3 067.65	\$27 674.30
Nissan	2008	08-1437	2 483.27	\$22 426.35
Nissan	2008	08-1435	2 649.29	\$23 790.14
Nissan	2008	08-1438	1 680.84	\$15 150.67
Nissan	2009	09-1513	2 320.81	\$20 935.20
TOTAL			16 462.15	\$148 278.68

Por otra parte, es importante señalar que en la presente investigación no se consideró a la unidad 01-1152, debido a que es el vehículo que se utiliza para efectuar los repartos en cadenas comerciales y realizar viajes foráneos, por lo tanto, su consumo de combustible es muy variable y no puede ser considerado para el análisis, no obstante, se espera obtener una reducción de costos de operación debido a que el operador de la unidad se capacitó en conducción eficiente. En el cuadro IV.3 se puede observar detalladamente el consumo en litros por periodo mensual de cada unidad, y como podemos observar sí hubo una disminución de combustible durante el segundo trimestre que fue el periodo en el que se efectuaron los cursos de conducción.

CUADRO IV.3. *Consumo de combustible*

Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
05-1299	602.4	580.45	422.45	426.5	593.68	339.58	2965.06
05-1300	288	216	251.23	216	216	108	1295.23
08-1436	314.56	534.6	640.43	621.49	466.66	489.91	3067.65
08-1437	343.59	301.58	448.89	504	307.51	577.7	2483.27
08-1435	514.23	684.93	436.69	265.6	392.35	355.49	2649.29
08-1438	261.35	282.25	286.26	283.65	291.85	275.48	1680.84
09-1513	384.95	252.51	371.98	597.86	277.28	436.23	2320.81
TOTAL	2709.08	2852.32	2857.93	2915.1	2545.33	2582.39	16462.15
8419.33				8042.82			
PRIMER TRIMESTRE				SEGUNDO TRIMESTRE			

En la gráfica IV.1 se representan los resultados del ahorro de combustible que se generó al impartir los cursos. De igual manera se muestran los resultados expresados en costos para ver de qué manera se redujeron con la Implementación de los cursos de conducción. A continuación se representa de manera gráfica los litros de combustible consumidos por cada unidad durante el periodo enero-junio de 2012. Siendo un costo total de \$148278.68 durante el periodo, el cual se desglosa por unidad como se puede observar en la siguiente gráfica.



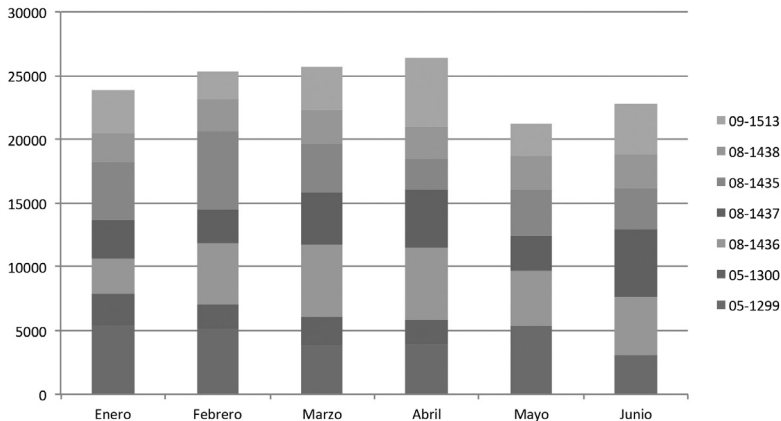
GRÁFICA IV.1. *Consumo total de combustible*

b. *Costos de combustible.* De igual manera, en el cuadro IV.4 se expresan los resultados de los costos de combustible para poder analizar de qué manera se redujeron a partir de la implementación de la capacitación de los operadores de la unidad de transporte en conducción eficiente.

CUADRO IV.4. Costos por consumo de combustible

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	TOTAL
05-1299	\$ 5 315.67	\$ 5 156.94	\$ 3 785.39	\$ 3 864.20	\$ 5 417.96	\$ 3 127.83	\$ 26 667.99
05-1300	\$ 2 543.04	\$ 1 920.96	\$ 2 252.43	\$ 1 955.52	\$ 1 972.80	\$ 989.28	\$ 11 634.03
08-1436	\$ 2 780.71	\$ 4 751.94	\$ 5 744.43	\$ 5 626.85	\$ 4 255.10	\$ 4 515.27	\$ 27 674.30
08-1437	\$ 3 029.49	\$ 2 679.74	\$ 4 028.82	\$ 4 561.92	\$ 2 805.43	\$ 5 320.95	\$ 22 426.35
08-1435	\$ 4 534.99	\$ 6 085.06	\$ 3 910.45	\$ 2 406.04	\$ 3 583.38	\$ 3 270.22	\$ 23 790.14
08-1438	\$ 2 306.56	\$ 2 510.12	\$ 2 567.37	\$ 2 566.95	\$ 2 662.44	\$ 2 537.23	\$ 15 150.67
09-1513	\$ 3 396.92	\$ 2 242.94	\$ 3 336.47	\$ 5 410.61	\$ 2 529.20	\$ 4 019.06	\$ 20 935.20
TOTAL	\$ 23 907.38	\$ 25 347.70	\$ 25,625.36	\$ 26,392.09	\$ 23 226.31	\$ 23 779.85	\$ 148 278.7
	74880.44			73398.24			
	1ER TRIMESTRE			2DO. TRIMESTRE			

Asimismo, en la gráfica IV.2 se muestran los datos de consumo de combustible, el cual sufre un aumento de manera mensual de \$0.08, destacando que al inicio del año el litro de combustible estaba en \$8.76 y al término del análisis el litro de combustible costaba \$9.24. Es importante resaltar que no se puede apreciar el ahorro en combustible en costo, pero sí en la gráfica de consumo de combustible podemos observar que tuvo una reducción significativa después de la capacitación en conducción eficiente.



GRÁFICA IV.2. Consumo mensual de combustible

#### 4.4.4. Índice de mantenimientos

Los resultados obtenidos en el indicador de mantenimiento de la flota de transporte de la Empresa Sociedad Cooperativa Pascual son generados a partir de las facturas existentes de la adquisición de refacciones, siendo esta información la representada en la tabla III.5., sin embargo, se desconocen los costes de mano de obra de los mantenimientos y reparaciones generados a partir de esta fecha, ya que el 2011 contaban con un mecánico de base de la empresa, pero al inicio de 2012 decidieron trabajar con mecánicos independientes que cobrarán por honorarios, ya que aseguran que es la mejor alternativa para la empresa, pues había ocasiones en las que el mecánico no tenía trabajo y de igual manera se debía pagar su sueldo base.

En la tabla anterior se observa que en el periodo enero-junio de 2012 se gastaron en refacciones \$51 736.49 de acuerdo con las facturas proporcionadas, esto se debe a que no cuentan con un control de los mantenimientos y costes de mano de obra efectuados a cada unidad, de igual manera no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo para las unidades, por lo cual sólo llevan a cabo mantenimientos correctivos que afectan la economía de la empresa, ya que por el uso y desgaste de las piezas entorpecen el desempeño del vehículo, haciendo que éste deje de funcionar y tenga que ser detenido para efectuarle las reparaciones correspondientes, dañando a su vez otras piezas aledañas ya sea por la fricción o por el esfuerzo demandado a la unidad. El costo total de mantenimientos a partir de la introducción de la capacitación eficiente es \$7 529.95.

#### 4.5. Conclusiones

Con base en análisis de los resultados podemos afirmar que los cursos de conducción eficiente ayudan a cualquier organización que administran Flotas de Transporte a minimizar sus Costos respecto al Consumo de Combustible, siendo el caso sujeto a análisis e implementación de esta herramienta la Empresa Sociedad Cooperativa Trabajadores de Pascual, observando que de enero a marzo de 2012 tuvieron un consumo de combustible de 8 419.33 litros, correspondientes al primer trimestre del año, implementándose a principios del segundo trimestre los cursos de conducción antes mencionado, generando un ahorro de combustible de 376.51 litros, ya que en el periodo de abril a junio de 2012 se consumieron únicamente 8 042.82 litros, obteniendo una reducción de combustible de 4.47% respecto al primer trimestre del año, que representaron la cantidad de \$1 482.21 correspondientes únicamente a las siete unidades que se utilizan para el reparto diario,

destacando que los costes del combustible varían, debido a que éste va en aumento de manera mensual y si este ahorro es proyectado de manera anual puede representar una cifra considerable si todas las unidades se ponen en funcionamiento. Respecto a los costes generados por el mantenimiento de las unidades no se pudo efectuar una comparativa ya que la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento y el plan que se diseñó en este proyecto aún no ha sido puesto en práctica, sin embargo, podemos observar que de enero a marzo de 2012 se invirtió en refacciones \$27 007.94 correspondientes al primer trimestre, sin embargo, durante el segundo trimestre sólo se invirtieron \$7 529.95, es por esta razón que se espera que sea puesto en práctica el plan de mantenimiento preventivo para evitar inversiones costosas en mantenimientos correctivos como se ha llevado a cabo en los últimos años.

No obstante, es necesario que la empresa comience a gestionar un análisis de las unidades más antiguas debido a que es necesario pensar en la renovación vehicular, pues durante los dos primeros trimestres de 2012 se invirtió en las unidades modelo noventa \$8 570.77, según consta en comprobables de las facturas que proporcionó la empresa, sin embargo, cabe destacar que algunas facturas no indicaban la unidad para la cual eran requeridas las piezas, efectuándose una inversión de \$8 131.96.

Para obtener una mayor reducción de costes en la empresa es necesario que se sigan implementando las técnicas transmitidas durante los cursos de conducción eficiente, aunado a la reparación de los velocímetros de las unidades, para así tener un mayor control de las distancias recorridas y conocer el rendimiento en relación con kilómetros por litro. De igual manera, se recomienda diseñar un plan de ruta sobre el cual trabaje cada conductor, dándoles un rango de kilometraje de gracia con la finalidad de que los conductores no se salgan de su ruta establecida y se pueda a llegar a reducir más el consumo de combustible.

No obstante, se exhorta a efectuar reconocimientos u otorgar algún tipo de gratificación a los conductores que minimicen su consumo de combustible, por lo que se recomienda crear distintivos del empleado del mes o hacer un reconocimiento público en la junta mensual a aquel conductor con mayor ahorro de combustible, para esto será necesario nombrar un gestor de tráfico encargado de las flotas, quien sea responsable de realizar las anotaciones de los kilometrajes diarios de cada unidad antes de cumplir su ruta, así como también al término de su jornada, esto para controlar los kilometrajes y determinar quién fue el conductor que más redujo el consumo, o de igual manera se puede hacer una relación ventas-consumo de combustible y otorgar un bono al empleado ejemplar.

Por otra parte, se recomienda implementar el plan de mantenimiento di-



señado con la finalidad de que las unidades tengan un buen funcionamiento y evitar lo más posible los mantenimientos correctivos, que son los que generan altos costes; se recomienda únicamente efectuarle los mantenimientos predictivos o de rutina, para así detectar de manera oportuna si se presenta alguna falla y poder solucionarla antes de que dañe otras piezas aledañas.

Sin embargo, es necesario que se lleve un control tanto de los mantenimientos efectuados a cada unidad como del costo de mano de obra, esto para medir y comparar los costes generados por dichos mantenimientos y poder detectar cuáles son las fallas o los mantenimientos que se deben efectuar con mayor frecuencia. De igual manera, se recomienda ver la posibilidad de convertir las unidades a diesel adaptándoles el sistema de combustible o adquiriendo unidades diesel, ya que al utilizar este tipo de combustible se minimiza los costes considerablemente.

#### 4.6. Referencias

- Aparicio Izquierdo, Francisco (2008), *Ingeniería del transporte*. CIE S. L. Inversiones Dossat, España.
- Cendrero Ajenjo Benjamín y Sebastián Truyols Mateu (2008), *El transporte: Aspectos y Tipología*, Delta Publicaciones, España.
- Dankhe G. L. (1989), Investigación y comunicación, en C. Fernández Collado y G. L. Dankhe (comps.), *La comunicación humana: ciencia social*, McGraw Hill, México.
- Elegido Juan M. (1998), *Fundamentos de ética*, IPADE, México.
- Ful-Mar (2012), Gestión de flotas e inteligencia de negocios. <http://www.ful-mar.com.ar/es/gestion-de-flotas.php>. Consultado el 26 de junio de 2012.
- Hayes, Be (1999), *Como medir la satisfacción del cliente. Desarrollo y utilización de cuestionarios*, Gestión 2000, Barcelona.
- Hernández Sampieri, Roberto; Carlos Fernández Collado; Pilar Baptista Lucio (2010), *Metodología de la investigación*, 5ª edición McGraw-Hill, México.
- INEGI - Instituto Nacional de Estadística Geografía e Historia (1999), *XIII Censo de transportes y comunicaciones: Censos económicos, tomo I: Transportes*.
- IDEA - Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (2006), *Guía para la Gestión del Combustible en las Flotas de Transporte por Carretera*, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Dirección General de Tráfico, Ministerio de Fomento, España.
- Jiménez Cisneros, Blanca Elena (2008), *La contaminación ambiental en México. Causas, efectos y tecnología apropiada*, Limusa Noriega Editores, México.

Lozano Rojo, Juan Ramón (2003), *Cómo y dónde optimizar los costes logísticos en el sistema integral de operaciones y en las diferentes áreas de actividad logística*, Ed. FC, Madrid, España.

Olivera Bustamante, Fernando (2004), *Estructuras de vías terrestres*, CECSA: Patria cultural, México.

## V. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA CAPACITACIÓN SOBRE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA

### 5.1. Introducción

Los cambios tecnológicos en la industria de la confección de uniformes y bordados implican un gran reto debido a que el proceso de producción pasó del uso de la máquina de coser de tipo familiar a la máquina de coser electrónica y automatizada (Ramírez, 2004). La introducción de la computadora con programas de diseño, mesas digitalizadoras y uso de plotters para la impresión de patrones en los que por medio de la optimización de la tela y la disminución de desperdicios, se buscó elevar los índices de productividad y la disminución de los costos de producción. Werther (2007) establece el concepto *Instrucción Directa Sobre el Puesto*, el cual se emplea para enseñar a obreros y empleados a desempeñar su puesto actual.

La necesidad de recursos humanos altamente calificados tanto en la operación de equipos industriales de manufactura textil como en el dominio de los programas de diseño, son algunos de los problemas que enfrentan las empresas de la industria de la confección en la zona metropolitana del sur de Tamaulipas.

En la actualidad, la crisis económica que aqueja al mundo y la creciente competitividad de productos y servicios en diversas áreas del quehacer humano resaltan la importancia de contratar personal preparado para enfrentar estas demandas. En el sector industrial, la capacitación del personal es una estrategia que ayuda a garantizar la satisfacción de esas demandas, ya que las exigencias del mundo globalizado actual han influido para que el personal dentro de las organizaciones posean diversas habilidades que les permitan desarrollar varias actividades y adaptarse a las diversas necesidades que el entorno laboral exige, entre ellas todos los procesos inherentes al aprendizaje y la enseñanza que permitirán contar con un personal calificado.

Esta crisis en mención, ha exigido a las organizaciones hacer recortes de presupuestos en las diversas áreas de funcionamiento entre las cuales generalmente se ven afectados los recursos humanos, específicamente en el área de capacitación y formación de personal. Un número cada vez mayor de compañías ha percibido la necesidad de modificar el enfoque de sus programas de capacitación y de educación empresarial, pasando de lo que antes era un programa de capacitación que ocurría una sola vez en un aula de clase, dirigido a crear capacidades individuales, a crear una cultura de aprendizaje

continuo, con la que los empleados aprenden de sus colegas y comparten las innovaciones y las mejores prácticas para dar solución a los problemas reales de los negocios.

En el caso de la microempresa “Uniformes y Bordados UniSport”, dedicada al diseño y fabricación de uniformes tipo boutique, se ha visto en la necesidad de desarrollar un proyecto para evaluar y capacitar internamente al personal, partiendo de la formación de operarios como instructores expertos en las diferentes operaciones desempeñadas en el proceso de producción de la organización. Esta estrategia pretende preparar instructores internos para fortalecer la formación y la capacitación de los trabajadores mejorando la calidad del producto debido a la transmisión de experiencias personales y profesionales con sus compañeros de trabajo.

La creciente demanda de un mercado potencial de uniformes escolares, industriales y de oficina, caracterizado por clientes que demandan productos de calidad a menor costo, rapidez en el tiempo de entrega, incremento de la competencia y los acelerados cambios en la tecnología del diseño requieren la implementación de programas de capacitación y desarrollo del personal. En este contexto, el impacto de la capacitación y el desarrollo serán fundamentales en el incremento de los índices de producción y la calidad de los productos, definiendo la capacitación como “el proceso para proporcionar competencias para un trabajo o actividad” y como “el proceso para acentuar o adquirir valores, estilos, trabajo en equipo y otras facetas de la personalidad” (Arias, 2006).

## 5.2. Revisión de literatura

### 5.2.1. Perfil de puestos

La administración de recursos humanos en las organizaciones ha tenido que modificarse para dar respuesta a los nuevos requerimientos que demanda la competencia global, los cambios tecnológicos, el desarrollo económico y la demanda de clientes de bienes y servicios de calidad. Ante este reto han tenido que desarrollar e implementar herramientas y técnicas que eleven la competitividad y productividad. Los desafíos derivados del entorno global han enfrentado a los profesionales de recursos humanos a actuar “de manera proactiva, necesita información sobre los recursos humanos que su empresa tiene en la actualidad y los que necesita obtener”, Werther (2007).

**Análisis tradicional de puestos.** “Un puesto constituye un conjunto de tareas, requerimientos y condiciones de una unidad de trabajo específica e imperso-

nal” (Arias, 2006). En esta definición se hace énfasis en las acciones desplegadas y no en las personas. El nombre del puesto no determina las acciones que se deben realizar. El análisis es un método que consiste en desmenuzar de forma lógica cada una de las partes y sus interrelaciones. El análisis tradicional de puestos se realiza considerando la identificación, la descripción, los requerimientos, la responsabilidad y las condiciones. Este estudio se puede realizar por autoanálisis, observación impresionista, observación controlada, cuestionario abierto o de elección forzosa, entrevista libre, estructurada o estandarizada, o la combinación de varios métodos. Algunas de las desventajas del análisis tradicional de puestos es el exceso de papeleo, se realiza con base en la entrevista del trabajador; el supervisor debe dar su visto bueno y con frecuencia el análisis de puestos de un departamento no es igual al de otro departamento con características similares.

**Análisis del perfil de puestos de alto desempeño.** En este perfil de puestos se adicionan nuevos elementos como son: *a)* misión; *b)* estándares; *c)* acciones clave; *d)* redes de trabajo y asociaciones; *e)* medio ambiente y condiciones de trabajo; *f)* competencias. Arias (2006) señala que “el puesto significa una estructura estable, difícil de alcanzar”, en cambio, al referirse al trabajo se incluyen elementos de flexibilidad. Además, el perfil de alto desempeño puede dividirse en relación con el tiempo: actividades diarias, semanales, quincenales, mensuales, anuales y eventuales, o siguiendo una secuencia en el desempeño del puesto de trabajo. Lo importante es atender el proceso de la organización con el objetivo de lograr la competitividad considerando tres aspectos importantes: *a)* evaluación permanente; *b)* presentar sugerencias para la mejora; *c)* trabajo en equipo.

### *5.2.2. Administración de recursos humanos en la industria manufacturera*

La alta dirección es la responsable de adquirir, desarrollar y utilizar los recursos que la organización necesita para desarrollarse de forma eficiente y efectiva. Uno de los recursos más importantes son los recursos humanos, siendo las personas las que participan en la producción y distribución de los bienes y servicios (Lind, 2004).

Jones (2003) establece que la “administración estratégica de recursos humanos es el proceso por el que los administradores diseñan los componentes del sistema de administración de recursos humanos para que sean congruentes entre sí, con otros elementos de la arquitectura organizacional”. Por lo que el objetivo de toda administración de recursos humanos es desarrollar un plan estratégico que eleve la eficiencia, calidad, innovación y capacidad de respuesta a la demanda de los clientes. Por lo tanto, una administración eficiente

de los recursos humanos de la organización plantea varios componentes: reclutamiento y selección de personal; capacitación y desarrollo; evaluación del desempeño; pagos y prestaciones, y relaciones laborales.

**Reclutamiento y selección de personal.** Hoy en día las empresas son dinámicas y cambiantes, por lo que necesitan un capital humano idóneo que realice el trabajo físico o intelectual para alcanzar sus metas. El "reclutamiento es el proceso de identificar a candidatos capacitados para llenar las vacantes de la organización", este proceso se puede realizar buscando entre los empleados de la propia organización o personas del exterior por medio de anuncios en periódicos o revistas, avisos, acudir a instituciones educativas o intercambio con otras empresas. La selección consiste en una serie de pasos específicos que se emplean para decidir que solicitantes deben ser contratados. (Werther, 1996).

**La capacitación y el desarrollo en la industria manufacturera de la confec-ción.** La educación (actividad de aprendizaje, *coaching*, horas de capacitación), entre otros elementos inductores de competencias, contribuye a desarrollar las competencias laborales. En este sentido, la forma de medir la relación de estas competencias con la productividad no ha sido objeto de estudios anteriores, aunque algunos se han preocupado por la relación entre las actividades de aprendizaje y la productividad (Soto, Valenzuela y Vergara, 2003; Ng, 2005; Ariga *et al.*, 2010). Para Arias (2006) la capacitación es "el proceso de proporcionar competencias para un trabajo o actividad", y el desarrollo lo define como "el proceso para acentuar o adquirir valores, estilos, trabajo en equipo y otras facetas de la personalidad". Dicho proceso se centra en tres aspectos:

- a. *Importancia de la capacitación.* El crecimiento de la economía, la adquisición de nuevas tecnologías, la creación de nuevos productos y servicios, la transformación constante de la organización, implican la necesidad de difundir los nuevos cambios (Arias, 2006). Estos nuevos requerimientos demandan programas de capacitación que permitan difundir el nuevo conocimiento por medio del aprendizaje humano. Establecer un programa de capacitación requiere un diagnóstico de los recursos humanos para alcanzar el objetivo de la capacitación y el desarrollo de conocimientos, habilidades y destrezas necesarios.
- b. *Ambiente de la capacitación.* El programa de capacitación interno de la organización deberá estar fundamentado en el ambiente cultural de los recursos humanos, ya que algunos de los problemas a los que se enfrentan pueden ser: tener iniciativa y asumir responsabilidades; deficiente capacidad de abstracción; dificultad para leer y escribir; deficiente capacidad de expresión. Los

factores demográficos y el mercado del trabajo, como la rotación de personal, influyen en los programas de capacitación.

- c. *Proceso de capacitación.* Este proceso debe ser constante y estar integrado por varias etapas. El proceso diagnóstico-intervención-evaluación, es decir, un procedimiento para detectar problemas y sus posibles causas como paso inicial, mediante la manipulación de las posibles causas, y por último determinar la dificultad de resolverlo y si ocurrió gracias a las acciones implementadas. El sistema AG de capacitación para la excelencia, describe las etapas del proceso de capacitación de la organización (véase figura V.1).

### 5.2.3. La productividad en la industria de la manufacturera de la confección

El reto que enfrenta toda organización ante un mercado globalizado es la competitividad. No es competitivo quien no cumple con la calidad, estándares de producción, reducción o disminución de costos, innovación tecnológica, métodos de trabajo y otros factores que impactan en forma directa en la organización o en el crecimiento de la demanda de sus productos o servicios. La productividad es la ruta que una empresa tiene para crecer y aumentar su rentabilidad. Sin embargo, a partir de la década de 1990, el aprendizaje de los empleados puede valorarse mediante las competencias laborales, y las conductas asociadas al nivel de desempeño organizacional se evidencian en sus niveles de rendimiento y productividad (Markus, Cooper-Thomas y Allpress, 2005; Enríquez, 2007; Tharenou *et al.*, 2007)

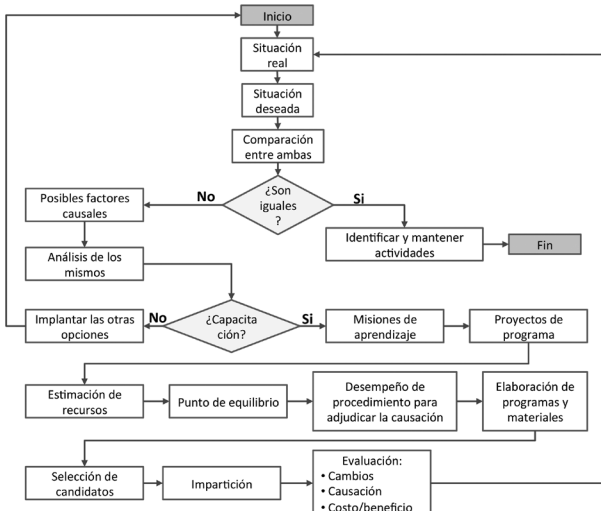


FIGURA V.1. Sistema AG de capacitación de excelencia

**a. Importancia de la productividad.**

La administración de operaciones es un área importante de la ingeniería industrial, en el que la producción forma parte, y es el proceso a través del cual se realiza la producción de bienes o servicios (Render, 1996). La productividad implica un mejor uso de los recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Una disminución de los insumos manteniendo constante la salida, o un incremento de la salida mientras los insumos permanecen constantes, representan un aumento de la productividad.

**b. Definición de productividad.**

La productividad es una medición básica del desempeño de las economías, industrias, procesos y empresas. Productividad es el valor de los productos, dividido entre los valores de los recursos que se han utilizado como insumos. A la productividad, en términos de mano de obra del recurso humano, se le denomina *rendimiento*. En un enfoque sistemático se es productivo cuando una cantidad de recursos en un periodo especificado obtiene el máximo de productos.

**c. Medición de la productividad.**

Para Render (1996), la medición de la productividad se realiza de forma directa como se muestran en la ecuación (1).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{\# de unidades producidas}}{\text{total de insumos empleados}} \dots\dots\dots\text{Ec. (1)}$$

**d. Variables de la productividad.**

Las variables de la productividad son: mano de obra, el capital, el arte y la ciencia de la administración. La mejora en la contribución de la mano de obra en la productividad es el resultado de una fuerza laboral más sana, mejor educada y fomentada. Las variables para mejorar la fuerza laboral son: la educación básica para una fuerza laboral efectiva; la dieta de la fuerza laboral, y los gastos fijos sociales en transporte y salud que permiten la disponibilidad de la fuerza de trabajo.



## 5.3. Método

### 5.3.1. Enfoque y tipo de investigación

Se establece que la investigación científica desarrollada es de tipo descriptivo, con base en que se busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Asimismo, se aplicó el método de estudios de caso como procedimiento de análisis de la realidad, ya que este método es esencialmente activo y aplicable en los campos donde se trata de combinar eficientemente la teoría y la práctica (Pérez, 2004). El diseño de la investigación es de tipo no experimental, debido a que no se construye ninguna situación sino que se observan situaciones existentes y a la vez es transaccional, gracias a que los datos recolectados son para un solo momento en un tiempo único y el propósito es describir las variables y analizar su incidencia en interrelación en un momento dado (Hernández *et al.*, 2003).

### 5.3.2. Método de la investigación

La presente investigación se basa en un método deductivo, según Riveros (1982), ya que se analizan las consecuencias de alguna hipótesis inducida a partir de observaciones particulares. Para su realización se describen a continuación las etapas siguientes:

**Etapas 1.** Mediante la aplicación de una encuesta se realizó un diagnóstico entre el perfil real de las operarias y el perfil del puesto de relación al organigrama de funciones de la empresa. Además, se hizo un análisis comparativo para determinar la pertinencia de las competencias del programa de capacitación y desarrollo del personal.

**Etapas 2.** Se efectuó una evaluación diagnóstica de competencias del personal mediante la aplicación de las herramientas técnicas que consisten en: trazo de patrones, preparación de piezas en confección, ensamble de piezas en prendas de vestir, acabados de prendas de vestir basadas en la metodología del consejo de normalización y certificación.

**Etapas 3.** Se evaluaron las calificaciones obtenidas por las operarias para conocer en nivel de competencias CON y SIN capacitación.

**Etapas 4.** Se analizó estadísticamente utilizando el programa Minitab para conocer el índice de producción de las operarias que recibieron capacitación y las que no.

### 5.3.3. Población y muestra

Para Lind (2004) una población es el “conjunto de todos los posibles individuos, objetos o medidas de interés” y la muestra es “una porción o parte de la población de interés”. Asimismo, la muestra es de tipo probabilístico, con el objetivo de que todas las operarias tengan la misma posibilidad de ser escogidas. Para Navarro (2003) una muestra es:

$$n = \frac{NP(1 - P)(Z_{\alpha/2})^2}{(N - 1)E^2 + P(1 - P)(Z_{\alpha/2})^2}$$

Los datos utilizados son los siguientes:

- Nivel de confianza:  $1 - \alpha = .95$ , por lo tanto  $Z_{0.025} = 1.96$
- Margen de error:  $E = 5\%$
- Tamaño de la población:  $N = 20$
- Probabilidad a favor de que se posea un atributo:  $P = 0.50$
- Probabilidad en contra de que se posea un atributo:  $1 - P = 0.50$

Calculando la muestra se obtiene:

$$n = \frac{[18(.50) (1-0.50)1.96^2]}{(18-1) 0.05^2 + 0.50(1-0.50)(1.96^2)}$$

### 5.3.4. Técnicas de recolección de datos

La obtención de la información se realizó mediante diferentes instrumentos de recolección de datos en fuentes primarias y secundarias. Los instrumentos que se utilizaron son: *a)* entrevista; *b)* cuestionario; *c)* encuesta; *d)* evaluación diagnóstica; *e)* bitácora de control para el registro de la producción.

### 5.3.5. *Diseño de instrumentos de recolección de datos*

Los instrumentos para la recolección de datos en esta investigación, son:

- **Cuestionario.** Para conocer las funciones diarias, semanales y mensuales, que desarrolla cada trabajador en el puesto que desempeña, línea de autoridad y su responsabilidad dentro de la empresa.
- **Lista de cotejo.** Consiste en realizar el análisis comparativo entre el perfil de puestos del organigrama de funciones de la empresa y el perfil del trabajador que desempeña el puesto.
- **Evaluación diagnóstica.** Consiste en el nivel de competencia teórica de los trabajadores con base en las Normas Técnica de Competencia Laboral (NTCL) que consiste en: *a)* CVES0101.01-trazo de patrones; *b)* CVES0040.01-preparación de piezas en confección, *c)* CVES0029.01-Ensamble de piezas en prendas de vestir; *d)* CVES0195.01-acabados de prendas de vestir.
- **Bitácora u hoja de control para el registro de la producción.** Registro de la producción de las operarias del departamento de producción de la empresa antes de la implementación del programa de capacitación y desarrollo durante un periodo de cuatro semanas.

### 5.3.6. *Método de análisis y procesamiento de datos*

El análisis de datos estadísticos se realizará mediante la concentración de la información obtenida de los instrumentos de recolección de datos aplicados a la muestra de operarias del área de producción, y se representarán estadísticamente por medio de la elaboración de tablas y gráficos para identificar las tendencias de la información utilizando el programa estadístico Minitab.

## 5.4. Análisis y resultados

### 5.4.1. *Análisis del perfil de las operarias del área de producción*

En la figura V.2, los resultados obtenidos en la encuesta permiten conocer el nivel de estudios y los cursos de capacitación adquiridos por las operarias, por lo que se puede determinar que 100% cumplen con el perfil del puesto, ya que deben tener conocimientos de lectura y escritura. Además, podemos observar que cuatro operarias cuentan con capacitación específica relacionada con el puesto y una en desarrollo humano.

## PERFIL REAL DE LAS OPERARIAS

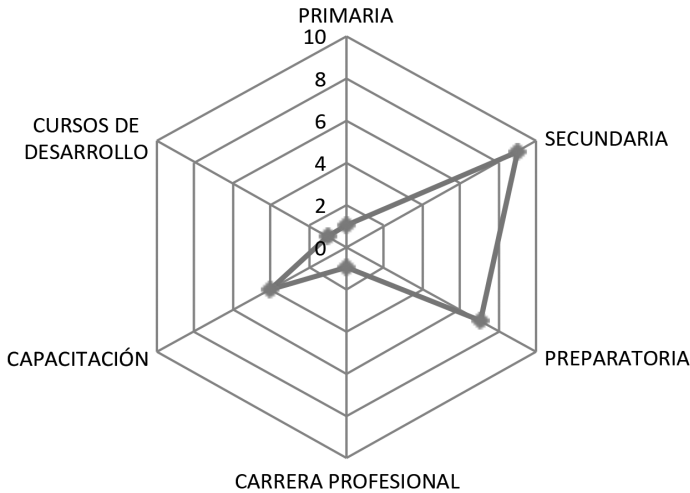


FIGURA V.2. Perfil real de las operarias

### 5.4.2. Análisis comparativo entre perfil real y el perfil ideal de operarias

En la figura V.3 el análisis comparativo entre el perfil real de las operarias y el perfil de ideal de puestos que requiere la empresa para desempeñar las actividades de producción muestra que: *a)* las 18 operarias cuentan con el nivel de escolaridad requerido para desempeñar el puesto y cuentan con las competencias básicas de saber leer y escribir; *b)* Las 18 operarias no cuentan con las competencias genéricas de seguridad e higiene en el trabajo; *c)* sólo 4 operarias cuentan con las competencias específicas requeridas para desempeñar el puesto de preparación de piezas de confección, ensamble de piezas en prendas de vestir y acabados de prendas de vestir; *d)* sólo 12 operarias tienen experiencia para desempeñar el puesto.

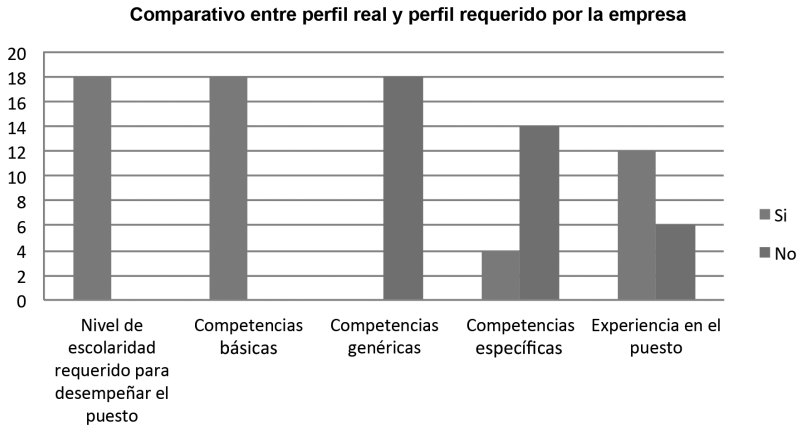


FIGURA V.3. Evaluación diagnóstica

### 5.4.3. Análisis de resultados de la evaluación diagnóstica

El análisis descriptivo de los datos muestra que:

En la figura V.4 para CVES0040.01-preparación de piezas en confección, y CVES0029.01-ensamble de piezas en prendas de vestir, las operarias obtuvieron un promedio de calificación de 0.7883, con una desviación estándar de 0.1482. La información de los cuartiles nos indica que solamente 25% tienen una calificación menor a 72. Un análisis más detallado nos indica que 83.33% de las operarias obtiene una calificación superior a 70, y se determina que poseen las competencias establecidas.

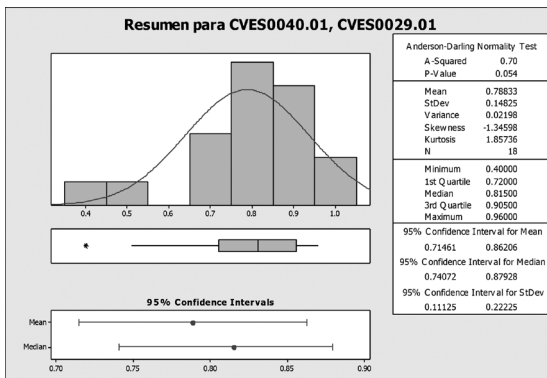


FIGURA V.4. Evaluación diagnóstica en CVES0040.01 y CVE0029.01

En la figura V.5, para las competencias de CVES0195.01-acabados de prendas de vestir, 55.55% de las operarias obtiene una calificación superior a 70. Es importante señalar que es muy alto el índice de operarias que no cuenta con las competencias necesarias y que afectan a la calidad de prendas de vestir.

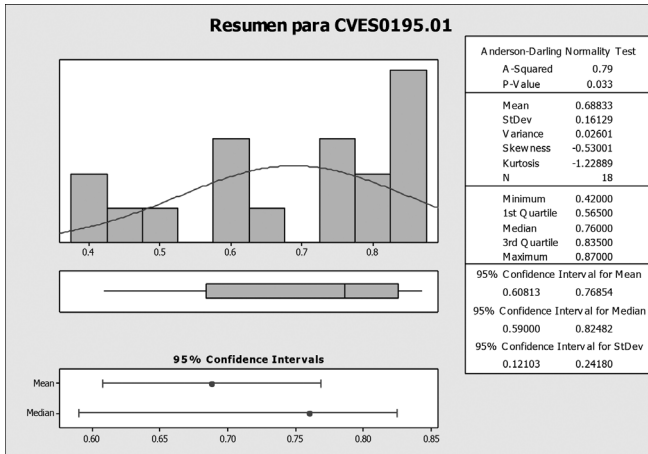


FIGURA V.5. Evaluación diagnóstica en CVES0195.01

En la figura V.6, el diagrama de intervalo para las calificaciones CON y SIN capacitación para nuestras variables de respuesta muestra una mayor variabilidad en las calificaciones en las NTCL de las operarias SIN capacitación.

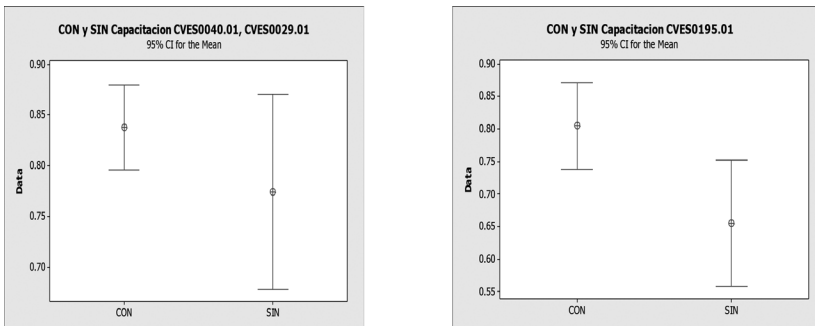


FIGURA V.6. Evaluación diagnóstica CON y SIN capacitación

Con el fin de comparar el rendimiento de las operarias con y sin capacitación se efectuó un estudio inferencial de diferencias de medias. En donde el análisis estadístico nos permite observar que la impacto de la capacitación en la producción homogenizaron el desempeño de los trabajadores (véase la figura V.7).

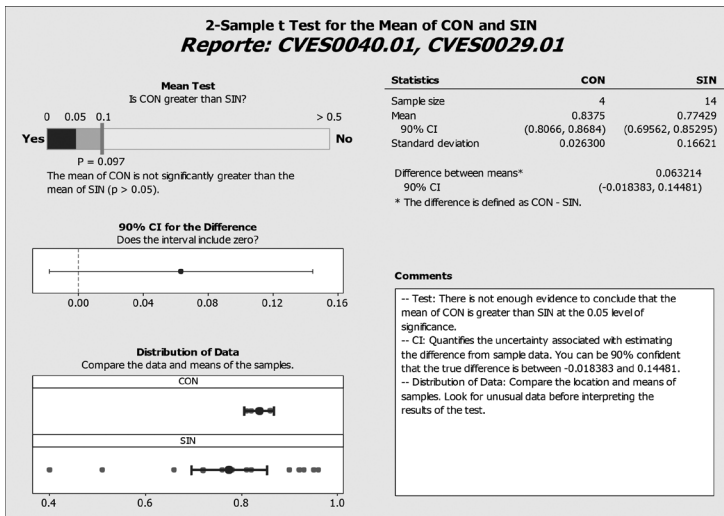
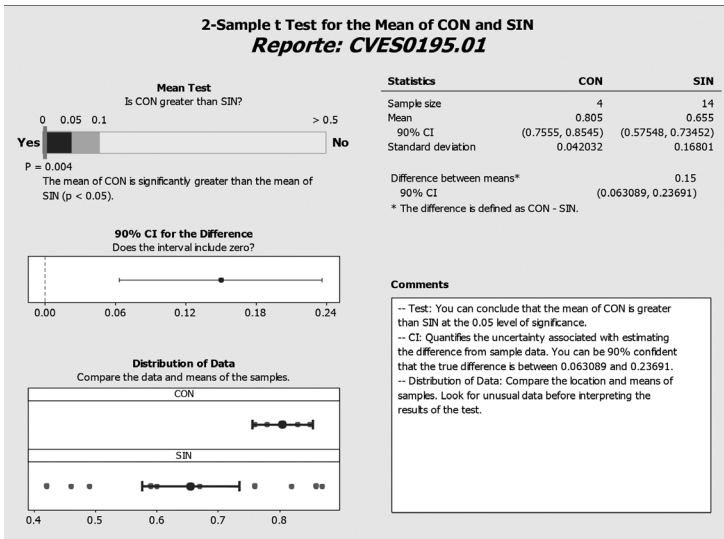


FIGURA V.7. Evaluación diagnóstica CON y SIN capacitación

#### 5.4.4. Análisis de los resultados de control de la producción

Los resultados obtenidos de las bitácoras de control de producción de las operarias para el periodo de octubre de 2012 representan una producción total de 1 734 prendas de vestir (camisas, playeras, pantalones, chamarras, etc.) con un ingreso por ventas de \$521 361.78, y una utilidad marginal de \$143 336.14. Por otra parte, podemos observar que el resultado de la capacitación influye en el número de piezas producidas y por lo tanto afecta el ingreso o salario.

El análisis estadístico muestra que existe una fuerte correlación positiva (0.778) entre la calificación obtenida por las operarias en CVES0040.01 y CVES0029.01, con un p-valor de 0.000. Lo cual nos dice que entre mayor fue su calificación, menor fue su desempeño. Sin embargo, existe una moderada correlación negativa (-0.611) entre la calificación obtenida por las operarias en CVES0195.01 y el número de unidades producidas, con un p-valor 0.007. Por lo que ambas correlaciones son significativas a un 99.3%. Podemos determinar que no existe correlación entre la calificación obtenida en CVES0040.01 y el número de unidades producidas (figura V.8).

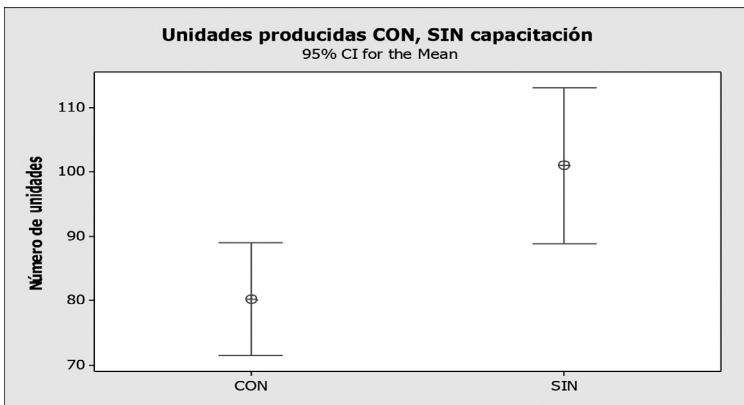


FIGURA V.8. Producción CON y SIN capacitación

#### 5.5. Conclusiones

Podemos concluir de manera general que el impacto de la capacitación en los índices de producción en una empresa manufacturera influye de manera significativa en los índices de producción de la organización. En forma específica, en cuanto al perfil de las operarias, podemos concluir que no existen diferencias significativas, ya que 100% de las operarias cuenta con los conocimientos básicos acordes al puesto.



En cuanto al análisis comparativo del perfil real y el perfil deseado por la empresa, vemos diferencias significativas, ya que 100% de las operarias no cuenta con conocimientos genéricos en seguridad e higiene del puesto; 78% de las operarias no cuenta con las competencias específicas en preparación, acabado y acabado de prendas de vestir necesarias para poder desempeñar el perfil del puesto, y 33.33% de las operarias no cuenta con experiencia en el puesto. Por lo que podemos concluir que la falta de capacitación conforme al perfil de puesto afecta gravemente los costos operativos de la empresa, ya que la falta de conocimientos, destrezas y habilidades requeridas en el desempeño del puesto se debe realizar más frecuentemente el mantenimiento a los equipos debido a falta de limpieza y, en cuanto a los defectos de calidad, es necesario remanufacturar una gran cantidad de prendas, usando mayores de insumos materiales.

A nivel de competencias 83.33% de las operarias cuenta con las competencias establecidas por la NTCL de CVES0040.01-preparación de piezas en confección, CVES0029.01-ensamble de piezas en prendas de vestir y éstas fueron adquiridas a través de la práctica. Además, 55.55% de las operarias cuenta con las competencias establecidas por la NTCL de CVES0195.01-acabados de prendas de vestir y 44.45% no cuenta con ellas. Con base en lo anteriormente expuesto podemos concluir que existe un alto índice de operarias que no tienen las competencias desarrolladas al 100%, por lo que representa para la empresa un grave problema a nivel de productividad, ya que el índice de producción se encuentra por debajo del estándar establecido por la organización.

En cuanto a la evaluación diagnóstica podemos concluir que existen diferencias significativas en el acabado de la prendas de vestir entre las que sí se capacitaron y las que no, ya que las que se capacitaron bajaron su producción debido a que ponen mayor énfasis en la elaboración del producto conforme al acabado de vestir.

En el índice de producción existen diferencias notables debido a que 55% de las operarias tiene un índice inferior a la media de producción mensual, por lo que la falta de capacitación y de conocimientos en cuanto a las normas técnicas de competencia laboral y al no desarrollar sus habilidades y destrezas traen como consecuencia bajos índices de producción.

## 5.6. Referencias

- Arias Galicia, L. F. (2006), *Administración de recursos humanos*. 6ª Edición. Editorial Trillas. México.
- Ariga *et al.* (2010), "Organization adjustments, job training and productivity: Evidence from Japanese Automobile Maker", *ISER Discussion Paper*, (784).

- CONOCER - Consejo de Normalización y Certificación (1995), Certificación, C. d. (s. f.) [www.conocer.gob.mx](http://www.conocer.gob.mx).
- Dirección General de Centros de Formación para el Trabajo (2007), *Guía de aprendizaje de Alta Costura*, Secretaría de Educación Pública, México.
- Enríquez, A. (2007), "La significación en la cultura: concepto base para el aprendizaje organizacional", *Universitas Psychologica*, 6(1), pp. 155-162, Bogotá, Colombia.
- Hernández Sampieri, Roberto, Carlos Fernández Colado y Pilar Baptista Lucio (2003), *Metodología de la investigación*, 3ª edición, McGraw Hill, México.
- Jones, G. R. (2003), *Administración contemporánea*, McGraw-Hill, México.
- Ley Federal del Trabajo (2006), Unión., C. d. (17 de enero de 2006), Ley Federal del Trabajo, *Diario Oficial de la Federación*, México, D.F.
- Lind D. A. (2004), *Estadística para administradores y economía*, 11ª edición, Alfaomega, México.
- Lozano Alarcón, J. (2009), Reglamento Interior de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social, *Diario Oficial de la Federación*, México, D.F.
- Markus, L., Cooper-Thomas, H. & Allpress, K. (2005), "Confounded by Competencies? An Evaluation of the Evolution and Use of Competency Models", *New Zealand Journal of Psychology*, 34(2), pp. 117-126.
- Navarro, Julian de la Horra (2003), *Estadística aplicada*, 3ª edición.
- Ng, Y. C. (2005), "Training determinants and productivity impact of training in China: a case of Shanghai", *Economics of Education Review*, 24(3), pp. 275-295.
- Ramírez Hernández, O. (2004), *Explicando el boom de las exportaciones textiles mexicanas de los 90's. Un análisis de series de tiempo*, Tesis Licenciatura, Economía, Departamento de Economía, Universidad de las Américas, Puebla.
- Render, B. (1996), *Principios de administración de operaciones*. Pearson Educación, México.
- Riveros, Héctor G. (1982), *El método científico aplicado a las ciencias experimentales*, Trillas, México.
- Servitje Sendra, Lorenzo (2008), *Mayor capacitación, mayor productividad*, Unión Social de Empresarios de México.
- Soto, E., Valenzuela, P. & Vergara, H. (2003), *Evaluación del impacto de la capacitación en la productividad*. Sofofa Santiago de Chile. Sence, Fundes.
- Tharenou, P., Saks, A. & Moore, C. (2007), "A review and critique of research on training and organizational-level outcomes", *Human Resource Management Review*, 17, pp. 251-273.
- Werther William, B. (2007), *Administración de personal y de recursos humanos*. McGraw-Hill, México.

## VI. MODELO DE PLANEACIÓN ESTRATÉGICA ORIENTADA HACIA LA COMPETITIVIDAD DE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS EN LA INDUSTRIA TEXTIL

### 6.1. Introducción

Los grandes cambios tecnológicos, socioculturales y políticos en los últimos años han situado a las empresas en entornos cada vez más globales y dinámicos en donde la competencia es cada vez más intensa. La planeación estratégica "tiene su esencia en la identificación sistemática de las oportunidades y peligros que surgen en el futuro, ya que al combinarse con otros datos se puede proporcionar la base para que las organizaciones puedan tomar decisiones en el presente, aprovechando las oportunidades y evitando los peligros" (Steiner, 2005). Bateman y Senell (2000) señalan que la planeación estratégica es un proceso que se inicia con el establecimiento de metas organizacionales, define estrategias y políticas para lograr estas metas y desarrolla planes detallados para asegurar la implantación de las estrategias y así obtener los fines buscados. Fred (2003) la define como "el arte y la ciencia de formular, implantar y evaluar las decisiones a través de las funciones que permiten a las empresas lograr sus objetivos; centrada en la integración de la gerencia, mercadotecnia, finanzas, contabilidad, producción, operaciones e investigación y desarrollo". Asimismo, la planificación estratégica es el proceso por el cual los dirigentes ordenan sus objetivos y sus acciones en el tiempo (Sallenave, 1991). Kotler (1990) señala que es un proceso gerencial para desarrollar y mantener una dirección estratégica que alinea las metas y recursos de la organización con sus oportunidades cambiantes de mercadeo.

La planeación estratégica es engañosamente sencilla: analiza la situación actual y la que se espera para el futuro, determina la dirección de la empresa y desarrolla medios para lograr la misión. Para Koontz y Weihrich (1994) es un proceso complejo que requiere un enfoque sistemático para identificar y analizar factores externos a la organización y confrontarlos con las capacidades de la empresa. Es por esta razón que la empresa maquiladora "Uniformes de Tampico" considera importante desarrollar una planeación estratégica de sus operaciones para lograr una ventaja competitiva centrada en la calidad de sus productos.

## 6.2. Introducción a la planeación estratégica

Para Castillo (2008) “es el proceso en el que los miembros de una organización previenen su futuro y desarrollan procedimientos y operaciones necesarias para alcanzarlos mediante la aplicación de la planeación táctica y operativa, dentro del contexto de los planes de acción de toda la organización que fomentan el logro del plan estratégico general”. Finalmente, la planeación estratégica para una organización debe responder tres preguntas básicas: ¿hacia dónde va usted? ¿cuál es el entorno? y ¿cómo lograrlo? (Goodstein, 1997). Por lo tanto, la planeación estratégica se concentra en el proceso de planeación y no en el plan que se genera. La planificación estratégica puede definirse como un enfoque objetivo y sistemático para la toma de decisiones en una organización (Fred, 1990).

**Análisis de situaciones.** Para Gregory (2003) el análisis FODA se utiliza para entender el entorno del negocio de una empresa, su sector de actividad de la empresa y el entorno competitivo mediante información sobre el sector y para comprender las dinámicas competitivas entre distintas compañías en el éxito de la dirección estratégica. Para realizar el análisis del entorno general se divide en seis segmentos: demográfico, sociocultural, político-legal, tecnológico, económico y global.

**Modelos de planeación estratégica.** Porter (2004) señala que un modelo conceptual es aquel que presenta una idea de lo que algo debería ser en general, o una imagen de algo formado mediante la generalización de particularidades. Para Dillanes (1999) los modelos tienen aspectos comunes como: definir el perfil corporativo de la empresa; la construcción de un marco de análisis del entorno y los recursos; y el diseño de la estrategia.

**Modelo de análisis de brechas (GAP).** La figura VI.1 muestra los aspectos operativos del modelo de planeación estratégica enfocado en el análisis de brechas (GAP).

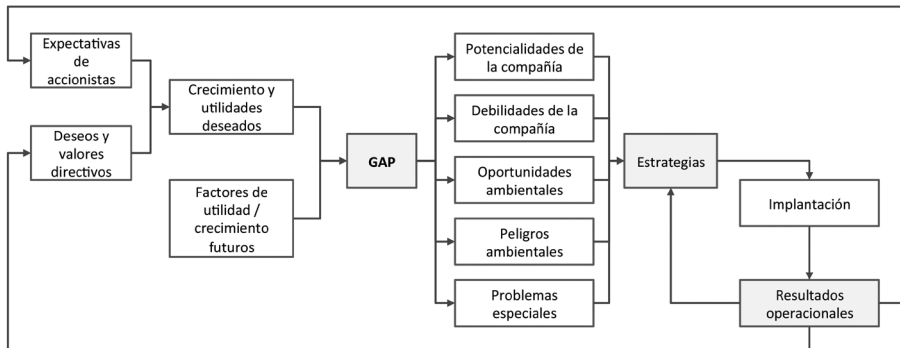


FIGURA VI.1. Modelo de planeación estratégica enfocado en el análisis de brechas (GAP)

### 6.3. Método

Para lograr el objetivo de desarrollar el modelo de planeación estratégica enfocado en el análisis de brechas (GAP) se planearon las siguientes etapas:

**Etapa 1.** Se analizarán los fundamentos estratégicos de la organización, como sus expectativas, valores y crecimiento a corto y largo plazo en todos los departamentos que la conforman. Se analizará la misión, la visión, los objetivos y las políticas de la empresa con la finalidad de conocer los puntos estratégicos de la organización.

**Etapa 2.** Se analizarán las potencialidades, debilidades, oportunidades, peligros y problemas de la empresa mediante el modelo GAP, donde se tomará únicamente como parte del estudio al departamento de producción y calidad como áreas estratégicas clave y como parte del enfoque de la investigación.

**Etapa 3.** Se establecerá una serie de estrategias para eliminar las debilidades y amenazas para la empresa y realizar un posterior análisis en una segunda parte de esta investigación para ver las mejoras donde se aplicará la etapa 4.

#### 6.3.1. Recopilación de datos

Los datos serán recopilados mediante los reportes diarios del departamento de producción y calidad durante diciembre de 2010 en la empresa Uniformes de Tampico.

### 6.3.2. Población y muestra

Se determina el número de unidades producidas en diciembre, siendo 1 332 camisas, 540 pantalones y 600 overoles. Donde calculamos el tamaño de muestra de la siguiente manera:

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q \times N}{Z^2 \times p \times q + e^2 (N - 1)}$$

Donde:

$Z$  = Estadístico de la normal (Nivel de confianza a 95%) (1.96)

$p$  = Probabilidad de éxito (0.50)

$q$  = Probabilidad de fracaso (0.50)

$N$  = Tamaño de la población (1 332), (540) y (600).

$n$  = Tamaño de la muestra

$e$  = Margen de error (0.10)

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.50 \times 0.50 \times 1\,332}{1.96^2 \times 0.50 \times 0.50 + .10^2 (1\,332 - 1)} = 89.6 = 90 \text{ camisas}$$

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.50 \times 0.50 \times 540}{1.96^2 \times 0.50 \times 0.50 + .10^2 (540 - 1)} = 81.7 = 82 \text{ pantalones}$$

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.50 \times 0.50 \times 600}{1.96^2 \times 0.50 \times 0.50 + .10^2 (600 - 1)} = 82.9 = 83 \text{ overoles}$$

## 6.4. Análisis y resultados

### 6.4.1. Etapa I. visión, misión, objetivos, estrategias y políticas

Mediante un análisis se establecen los fundamentos estratégicos de la empresa siguiente:

- a. **Misión de UNITAM.** *“Somos una empresa mexicana socialmente responsable que se dedica a la satisfacción de necesidades de imagen y seguridad de industrias, comercios, oficinas, hospitales y restaurantes entre otros, asegurando un excelente servicio y calidad demandada con una marca reconocida a los mejores precios del mercado nacional e internacional.”*
- b. **Visión de UNITAM.** *“Ser la primera opción en la comercialización de uniformes y equipos de seguridad para empresas industriales, comerciales y de servicio, con capacidad de entrega inmediata y canales de distribución perfectamente localizados en la República Mexicana.”*
- c. **Valores de la empresa.** *Los valores más importantes que aseguran relaciones duraderas, de confianza y respeto con clientes, proveedores y empleados son: proactividad, trabajo en equipo, lealtad, compromiso, honestidad, liderazgo, mejora continua, comunicación.*
- d. **Política de calidad de UNITAM.** *“Nos comprometemos a satisfacer las expectativas de nuestros clientes, proveedores, accionistas, colaboradores y la sociedad trabajando en equipo bajo un esquema de mejora continua. Ofrecemos imagen y seguridad a nuestros clientes con productos elaborados con los mejores materiales por personal altamente calificado, brindando un servicio oportuno confiable.”*

#### 6.4.2. Etapa II. Análisis GAP

Los análisis efectuados para conocer las potencialidades, debilidades, oportunidades, peligros y problemas mediante la aplicación del análisis GAP al área de producción y calidad son:

**GAP 1: re-procesos.** En el cuadro VI.1 el 80% de defectos están en la operación de aletilla, sobrecostura en mangas, pegado de botón delantero y de puños.

CUADRO VI.1. Defectos de camisas

Clase	Defectos	Frecuencia	% acumulado	Clase	Frecuencia	% acumulado
1	botón de delanteros	19	21.11	5	21	23.33
2	botón de puños	18	41.11	1	19	44.44
3	aletilla manga	10	52.22	2	18	64.44
4	sobrecostura manga	17	71.11	4	17	83.33
5	pegado de cuello	21	94.44	3	10	94.44
6	otros	5	100.00	6	5	100.00

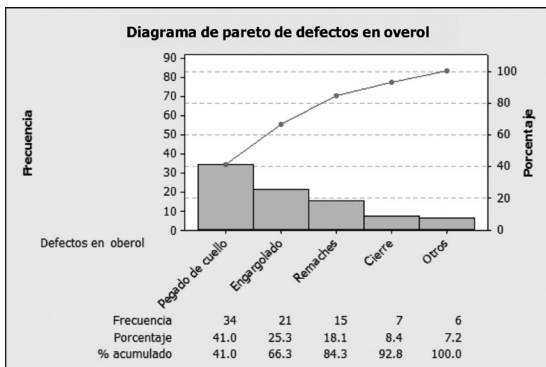
En la cuadro VI.2, se muestra 80% de los defectos en las operaciones de pantalones. En el cuadro VI.3 se observan la distribución de defectos. En la gráfica VI.1 se muestra 80% de los defectos en la operación de overol.

CUADRO VI.2. Defectos de pantalones

Clase	Defectos	Frecuencia	% acumulado	Clase	Frecuencia	% acumulado
1	pretina	23	28.05	1	23	28.05
2	bolsa trasera	20	52.44	2	20	52.44
3	presilla	13	68.29	3	13	68.29
4	otros	7	76.83	7	11	81.71
5	cierre	5	82.93	4	7	90.24
6	encuarte	3	86.59	5	5	96.34
7	entrepierna	11	100.00	6	3	100.00

CUADRO VI.3. Defectos de overol

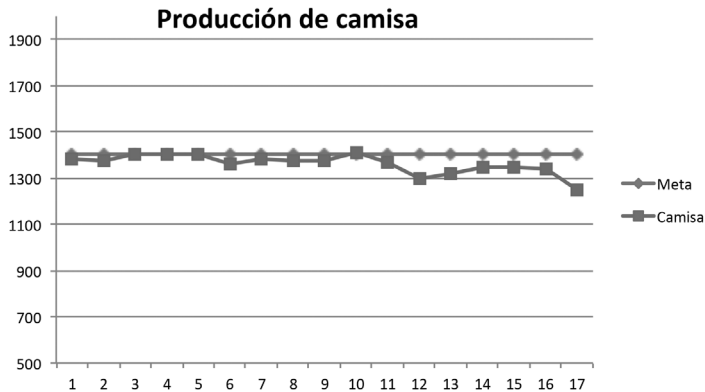
Clase	Defectos	Frecuencia	% acumulado	Clase	Frecuencia	% acumulado
1	engargolado	21	25.30	4	34	40.96
2	cierre	7	33.73	1	21	66.27
3	remaches	15	51.81	3	15	84.34
4	pegado de cuello	34	92.77	2	7	92.77
5	otros	6	100.00	5	6	100.00



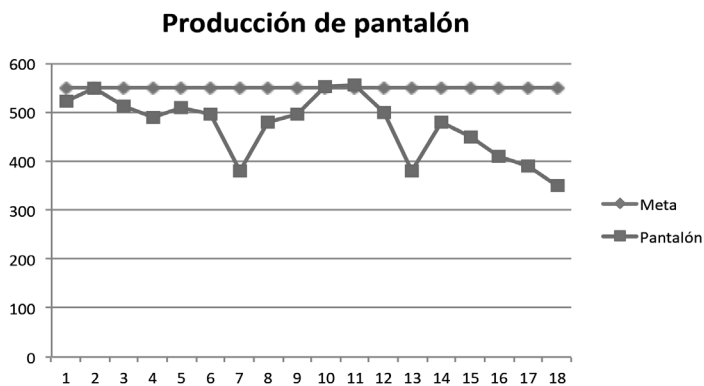
GRÁFICA VI.1. Pareto de overol



**GAP 2: Producciones esperadas contra producciones reales por línea de producción.** En la gráfica VI.2 se representa el nivel de producción de camisas con una eficiencia de 90%. En la gráfica VI.3 se tiene una eficiencia de 70%. En la gráfica VI.4 se muestra una eficiencia oscila alrededor de 80%.

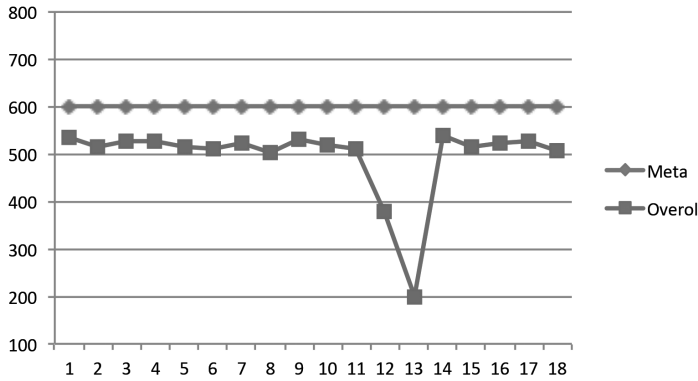


GRÁFICA VI.2. Producción de camisa



GRÁFICA VI.3. Producción de pantalón

### Producción overol



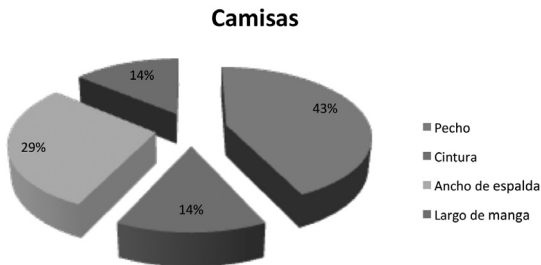
GRÁFICA VI.4. Producción de overol

**GAP 3: Inspección de materia prima.** El porcentaje de remplazo de paneles por defecto de tela en 158 camisas es de 12%; en 46 pantalones es de 9%, y de 80 overoles es del 13 por ciento.

**GAP 4: Producto fuera de especificación.** En el cuadro VI.4 de inspección de camisas tenemos 7.78% fuera de especificación. Asimismo, la gráfica VI.5 muestra que 43% de las camisas revisadas no cumplen con la medida del pecho y en un 29% en el ancho de la espalda.

CUADRO VI.4. Camisas fuera de especificación

	Pecho	Cintura	Ancho de espalda	Largo manga	Total	Muestra	%
Camisas	3	1	2	1	7	90	7.78

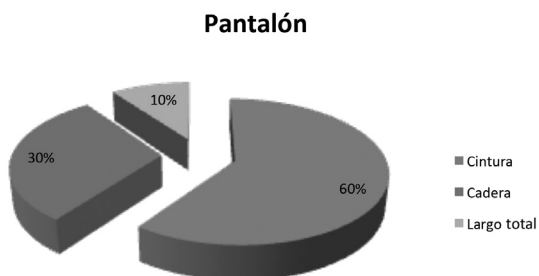


GRÁFICA VI.5. Camisas fuera de especificación

En el cuadro VI.5 de pantalones, 12.2% de productos está fuera de especificación. La gráfica VI.6 muestra que 30% de los pantalones no cumple con la medida de la cadera.

CUADRO VI.5. *Pantalones fuera de especificación*

	Cintura	Cadera	Largo total	Total	Muestra	%
Pantalón	6	3	1	10	82	12.20

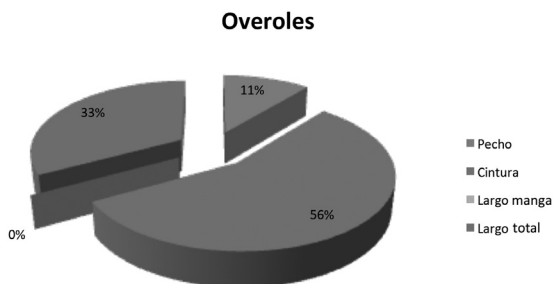


GRÁFICA VI.6. *Pantalones fuera de especificación*

En la línea de producción de overoles, 10.84% está fuera de especificación [cuadro VI.6]. En la gráfica VI.7 de overol, la operación más defectuosa con 56% es la de cintura.

CUADRO VI.6. *Pantalones fuera de especificación*

	Pecho	Cintura	Largo manga	Largo total	Total	Muestra	%
Overoles	1	5	0	3	9	83	10.84



GRÁFICA VI.6. *Overoles fuera de especificación*

**Gap 5. Calidad del personal.** En cuanto al nivel de preparación 69% de la mano de obra no cuenta con capacitación como se muestra en la figura VI.9. Asimismo, el análisis de la situación de la empresa se muestra en el cuadro VI.7.



FIGURA VI.9. *Calidad de la mano de obra*

Cuadro VI.7. *Análisis de la situación*

POTENCIALIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>Experiencia del negocio textil.</li> <li>Tiempo de respuesta inmediato.</li> <li>Producción bajo stock.</li> <li>Contratos con grandes empresas.</li> <li>Manejo de trabajo en equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar la calidad de las prendas.</li> <li>Apertura de unidades de operación.</li> <li>Centros de capacitación para formación de personal especializado en costura.</li> <li>Importación de tela con mayor calidad.</li> </ul>
DEBILIDADES	PROBLEMAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mala actitud en el servicio.</li> <li>Baja calidad de tela.</li> <li>Falta un sistema de gestión de calidad.</li> <li>Área de capacitación y adiestramiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variedad de producto en la competencia.</li> <li>Demoras con proveedores de tela.</li> <li>Bajo número de proveedores nacionales.</li> </ul>

### 6.4.3. Etapa III: Estrategias

En esta etapa se establecen estrategias para eliminar las debilidades y amenazas.

**GAP 1: Reprocesos.** La empresa establece que el número de reprocesos por línea debe de ser máximo hasta 3% de la producción en cada producto.

CUADRO VI.8. Defectos máximos por producto

Producto	Producción	%	Defectos
Camisa	1332	3	40
Pantalones	540	3	16
Overoles	600	3	18

**GAP 2: Producción esperada contra producción real por línea de producción.**

La tabla VI.9 muestra las producciones esperadas y los promedios de la producción real.

CUADRO VI.9. Producción esperada contra producción real

Producto	Meta	Real	%
Camisa	1332	1274	96
Pantalones	540	455	84
Overoles	600	467	78

**GAP 3: Inspección de materia prima.** La empresa UNITAM no tiene un proceso establecido, recibe todo lo que el proveedor envía ya que no cuenta con una estructura de trabajo de calidad.

**Gap 4: Producto fuera de especificación.** Los productos fabricados en la empresa deben cumplir con las medidas definidas por el departamento de calidad, respetando las tolerancias establecidas.

**Gap 5: Calidad del personal.** La calidad de los productos depende de la mano de obra calificada, por lo que las estrategias propuestas se dividen en las áreas de calidad y producción.

**a. Estrategias de calidad**

- Realizar inspección y producción por lotes.
- Asignar auditores de calidad en proceso e inspección final.
- Establecer relaciones con proveedores.
- Área de inspección de materia prima, antes de iniciar con la producción.
- Inspección por muestreo de productos en proceso del departamento de producción.
- Formar círculos de calidad para mejora de la calidad de los productos.

**b. Estrategias de producción**

- Definir los métodos de trabajo para la elaboración de producto a corto plazo.
- Inspección del producto en proceso con base en a las especificaciones del producto.
- Balancear el trabajo de acuerdo con la capacidad del operario.
- Determinación de las especificaciones de calidad (tolerancias) del producto.
- Asignar un área de capacitación para operaciones de costura compleja.

**6.4.4. Etapa IV: Implementación**

Los objetivos en la investigación no establecen la implementación de las estrategias, por lo que no se aplicará la implementación del modelo GAP para cerrar las brechas.

**6.5. Conclusiones**

Podemos concluir que las empresas textiles deben desarrollar acciones enfocadas a la inspección de materia prima, producto en proceso y producto terminado, para lograr los objetivos de calidad de cada producto. Por otra parte, en forma particular podemos establecer, lo siguiente:

- a. Etapa I: Visión, misión, objetivos, estrategias y políticas.** En los fundamentos estratégicos de la empresa se recomienda replantear la visión debido a que es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización, y su visión únicamente se enfoca a la comercialización.
- b. Etapa II: Análisis GAP.** Las áreas estratégicas claves se deben mejorar con la finalidad de incrementar la calidad de los productos y de los procesos como son: *a)* disminuir cantidad de reprocesos en cada producto; *b)* mejorar los métodos de trabajo en todas las líneas de producción; *c)* estandarización de procesos; *d)* revisión de la calidad de las materias primas a proveedores, específicamente en la trama y urdimbre de las telas, ya que la falta de hilados provoca el encogimiento de las prendas.
- c. Etapa III: Capacitar a la mano de obra.** Es necesario desarrollar estrategias orientadas a reducir las brechas identificadas mediante diagnósticos específicos que permitan el desarrollo de la mano de obra.

**d. Etapa IV: Implementación.** La implementación de las estrategias para reducir la brechas no forma parte de los objetivos de la investigación. En cuanto a los resultados de la aplicación del modelo GAP los factores de competitividad a considerarse para la estructuración de un plan estratégico en el área de producción son la materia prima y la mano de obra.

## 6.6. Referencias

- Bateman, T. y Senell, S. (2000), *Administración. Una ventaja competitiva*, 4ª edición, Irwin McGraw-Hill, México.
- Castillo Mata, Francisco Javier (2008), *Administración estratégica*.
- Dillanes Cisneros, María Estela (1999), *La empresa mexicana y el camino a la modernización económica*.
- Fred R., David (1990), *Conceptos de administración estratégica*, Pearson educación, México.
- Fred R., David (2003), *Conceptos de administración estratégica*, 9ª edición, Prentice Hall, México.
- Goodstein, Leonard (1997), *Planeación estratégica aplicada*, McGraw-Hill, Colombia.
- Gregory G. Dess (2003), *Dirección Estratégica*, McGraw-Hill, España.
- Hernández Sampieri, Roberto (2009), *Metodología de la investigación*, McGraw-Hill.
- Kotler, Philip (1990), *Dirección de marketing. Conceptos esenciales*, Pearson Educación, México.
- Koontz, Harold y Wehrich, Heinz (1994), *Administración: Una perspectiva global*, McGraw-Hill.
- Porter, Michael E. (2004), *Estrategia Competitiva. Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia*, 32ª reimpresión, CECSA, México.
- Sallenave, Jean Paul (1991), *La gerencia integral ¡No le tema a la competencia, témale a la incompetencia!*, Norma, Colombia.
- Steiner, George A. (2005), *Planeación estratégica. Lo que todo director debe saber*, 2ª reimpresión, CECSA, México.





## VII. PROPUESTA DE UNA HERRAMIENTA METODOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS ESTRATÉGICO DE EMPRESAS DE PAQUETERÍA

### 7.1. Introducción

Algunas organizaciones fallan al momento de implementar sus estrategias; sin embargo, muchas de ellas son exitosas porque no sólo los altos ejecutivos tienen claridad estratégica, sino también porque involucran a todos los miembros de la organización. Las empresas exitosas definen patrones de acción comunes, para lo cual utilizan herramientas que van desde las más sofisticadas hasta las más simples. El uso de uno u otro instrumento depende básicamente del tipo de negocio, del sector y de las características de las empresas (Headconsulting, 2012).

El análisis estratégico se compone de un conjunto de métodos y herramientas que, combinados entre sí, dan origen a procedimientos cuyo objetivo final es ayudar a los dirigentes a tomar decisiones y a orientar las actividades de la organización que dirigen. (Michel Godet *et al.*, 2009). Es importante contar con herramientas para el análisis estratégico de unidades de negocio ya que ellas nos brindan una posición de donde se encuentra la compañía en relación con sus principales competidores y nos orientan y encaminan para lograr un mejor posicionamiento con base en lo que se está trabajando y lo que se requiere lograr. El análisis estratégico requiere también un análisis comparativo de las organizaciones.

Comparar significa examinar observando o descubriendo similitudes o diferencias. Generalmente el análisis comparativo se limita sólo unas cuantas características generales las que son más pertinentes al papel del observador como posible estudiante, consumidor o empleado. Para los teóricos de las organizaciones y los administradores el análisis comparativo es mucho más amplio; deben considerarse todas las dimensiones relevantes a fin de describir, analizar o planear efectivamente.

Existen muchas herramientas comparativas o de análisis que trabajan de forma aislada e independiente y se desea integrarlas en un marco metodológico común. Un procedimiento generalizado que, como se menciona, esté integrado por las más importantes de estas herramientas o que mejor se adapten a lo que se busca con el análisis. Para ello se toma el caso de transporte aéreo de carga en las compañías DHL y Fedex que muestra cómo se entrelazaran estas herramientas para llegar a un fin determinado.

El principal objetivo de esta investigación consisten en proponer un marco metodológico que integre tres de las principales herramientas de análisis comparativo de unidades de toma de decisión: DEA, FODA y BSC, con el fin de contar con una metodología eficiente para efectuar el análisis estratégico de cualquier organización que conlleve a incrementar su productividad.

## 7.2. Herramientas del análisis comparativo

En la actualidad existe una gran variedad de herramientas comparativas que facilita el entendimiento de algunos trabajos. En esta sección se mencionan algunas de estas herramientas que han sido seleccionadas a partir de lo que se busca lograr este trabajo.

### 7.2.1. *Benchmarking*

Benchmarking es la búsqueda de aquellas mejores prácticas que conducirán al excelente desempeño de una compañía. Establecer metas de operación basadas en las mejores prácticas posibles de la industria es un componente crítico en el éxito de cualquier negocio. Benchmarking es la investigación industrial o recopilación de información que permite al gerente comparar el desempeño de su función con el de las mismas funciones en otras compañías. Identifica aquellas prácticas administrativas que deben utilizar la función para lograr la excelencia. Tomando del término de *agrimensura* con que se denomina una marca utilizada como punto de referencia para comparaciones de elevación o dirección (Camp, 1993). En general, el Benchmarking es una manera de comparar una empresa con otra que es líder en el mercado con el fin de reproducir lo que la ha llevado al éxito (ActionGroup, 1999). Tradicionalmente fue utilizado para comparar los resultados o el desempeño de una empresa contra los líderes en ese campo y promover mejoras sin tener que pasar por los desgastantes ejercicios de prueba y error por los que ya pasó el líder.

### 7.2.2. *Análisis envolvente de datos*

El análisis envolvente de datos (DEA) es una herramienta de medición de desempeño que se desarrolló inicialmente sin tener en cuenta la toma de decisiones. Ha habido una amplia literatura que incorpora el DEA con los juicios de valor, tales como el objetivo y los modelos de fijación de objetivos (Brandon Y. H. Wong *et al.*, 2009). El DEA ha sido aplicado en una amplia gama de ajustes empíricos

para identificar las ineficiencias técnicas de las unidades de toma de decisiones y proporcionar objetivos para la mejora. La ineficiencia técnica de una unidad de toma de decisión se determina en relación con otras unidades similares y pueden centrarse en la conservación de los recursos o el aumento de la producción (Rajiv D. Banker *et al.*, 1986).

Al utilizar el DEA, la frontera eficiente es el punto de referencia en función del cual se mide el desempeño relativo de las empresas. Dada una muestra determinada de empresas, todas las compañías deberían funcionar en un nivel óptimo de eficiencia que está determinado por las empresas que integran la muestra. Por lo general, a estas empresas eficientes se las denomina *empresas pares* y son las que determinan la frontera de eficiencia. Las que forman la frontera de eficiencia utilizan una cantidad mínima de insumos para producir la misma cantidad de productos. La distancia hasta la frontera eficiente representa la medida de la eficiencia o la falta de ésta (IBNET, 2005).

La ventaja principal de este método consiste en su capacidad para abarcar un gran número de insumos y productos. También es útil porque toma en consideración los retornos a escala al calcular la eficiencia, lo que deja lugar al concepto de eficiencia creciente o decreciente en función de los niveles de tamaño y producto. Respecto a su principal desventaja, los resultados son potencialmente sensibles a la selección de insumos y productos, por lo cual es necesario analizar su importancia relativa antes de proceder al cálculo. Sin embargo, no existe forma de probar si resultan adecuados. La cantidad de empresas eficientes en la frontera tiende a incrementarse con la cantidad de variables de insumos y productos. Cuando no existe relación alguna entre los factores explicativos (dentro de los insumos y dentro de los productos), el DEA considera a cada empresa como única y totalmente eficiente y los puntajes de eficiencia son muy cercanos a 1, lo que resulta en una pérdida de la capacidad de discriminación que ofrece este método.

El DEA es considerado una técnica matemática de optimización basada en el cálculo de fronteras de eficiencia, utilizada en el cálculo de los componentes técnicos y asignativos de la eficiencia de unidades productivas. El análisis de frontera es básicamente una forma de llevar a cabo una comparación respecto a la mejor práctica de una unidad de decisión. El análisis de la frontera proporciona una medida global determinada de forma objetiva y numérica todo esto como lo muestra la figura VII.1 (Puig-Junoy *et al.*, 2005).

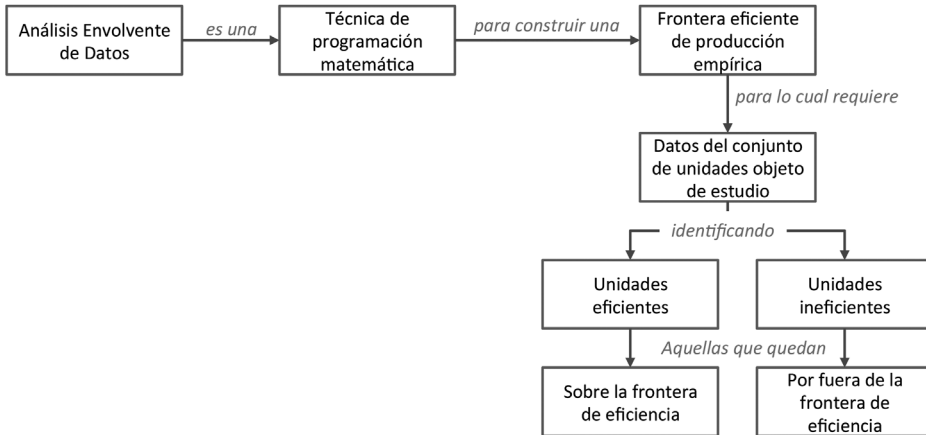


FIGURA VII.1. Resumen gráfico del análisis envolvente de datos

### 7.2.3. Análisis FODA

El análisis FODA tiene como objetivo identificar y analizar las fuerzas y las debilidades de la institución u organización, así como también las oportunidades y las amenazas que presenta la información que se ha recolectado. Este análisis se utiliza para desarrollar un plan que tome en consideración muchos y diferentes factores internos y externos para así maximizar el potencial de las fuerzas y oportunidades minimizando el impacto de las debilidades y amenazas.

El FODA es una herramienta de carácter gerencial válida para las organizaciones privadas y públicas, la cual facilita la evaluación situacional de la organización y determina los factores que influyen y exigen desde el exterior hacia la institución gubernamental. Esos factores se convierten en amenazas u oportunidades que condicionan, en mayor o menor grado, el desarrollo o alcance de la misión, la visión, los objetivos y las metas de la organización. El FODA permite hacer un análisis de los factores internos, es decir, de las fortalezas y las debilidades de la institución. Combinando los factores externos (amenazas y oportunidades) y los factores internos (fortalezas y debilidades) se puede precisar las condiciones en las cuales se encuentra la institución en relación con determinados objetivos, metas o retos que se haya planteado dicha organización, como se observa en la figura VII.2.

Análisis interno	Fortalezas	Debilidades
	¿Cuáles son las fortalezas de mi empresa?, ¿cómo puedo potenciar?	¿Cuáles son las debilidades de mi empresa?, ¿cómo puedo mitigarlas?
Análisis externo	Oportunidades	Amenazas
	¿Cuáles son las oportunidades en el mercado?, ¿cómo puedo aprovechar estas oportunidades?	¿Cuáles son las amenazas en el mercado?, ¿cómo puedo proteger mi empresa de estas amenazas?

FIGURA VII.2. Análisis dentro de la matriz FODA

El análisis FODA se hace mediante la elaboración de una matriz de doble entrada: en el eje de las ordenadas se ubica el componente externo de la institución (amenazas y oportunidades) y en el eje de las abscisas se ubica el componente interno (debilidades y fortalezas). En síntesis, este análisis permite entender cuáles son los factores que influyen en el desempeño de la organización. FODA es una herramienta sencilla que permite analizar la situación actual de tu negocio y obtener conclusiones que te ayuden a ser mejor en el futuro. Implica que reconozcas los elementos internos y externos que afectan positiva y negativamente al cumplimiento de las metas en tu empresa. La información ayudará a definir acciones futuras y facilitará en la manera de abordar la solución de los problemas. Se pueden aprovechar los elementos positivos y minimizar o evitar los negativos. La perspectiva obtenida será un apoyo para:

- Tomar mejores decisiones.
- Plantear objetivos más concretos y realizables.
- Identificar los recursos propios así como los que se pueden conseguir del exterior.
- Reconocer las ventajas y desventajas de las diferentes opciones y alternativas.
- Definir prioridades.
- Iniciar, revisar o actualizar el proceso de planeación estratégica.

Se podría afirmar que la planificación estratégica en general y el análisis FODA tienen su origen en el trabajo de los académicos de política de negocios en la escuela de Harvard y otras empresas estadounidenses a partir de 1960. El trabajo de Kenneth Andrews ha sido especialmente influyente en la popularización de la idea de que una buena estrategia significa garantizar un ajuste entre la situación externa de la empresa (amenazas y oportunidades) y sus

cualidades internas o características (fortalezas y debilidades) (Terry Hill *et al.*, 1997). El análisis FODA es una herramienta de planificación estratégica para evaluar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de una empresa. Proporciona información que es útil en la adecuación de los recursos de la empresa y los medios nacionales para el entorno competitivo en el cual opera. La aplicación de un análisis FODA es por lo tanto, un papel decisivo en la formulación de estrategias y la selección (Nadine Pahl *et al.*, 2007).

#### 7.2.4. Balance Scorecard

Esta metodología deriva de la gestión estratégica de empresas y presupone una elección de indicadores que no debe ser restringida al área económico-financiera. Los indicadores financieros no son suficientes para garantizar que una empresa se dirija correctamente. Por estos motivos, es necesario monitorear el desempeño de mercado, los procesos internos, la innovación y la tecnología. De este modo los resultados financieros serán fruto de la sumatoria de acciones generadas por personas mediante el uso de las mejores tecnologías, vinculación con las mejores prácticas y los procesos internos de la organización, todo esto en armonía con la propuesta de valor ofrecida al cliente. Este proceso se denomina *crear valor a través de activos intangibles*.

Balance Scorecard ofrece una visión integrada y balanceada de la empresa y permite desarrollar la estrategia en forma clara. Esto se logra por medio de objetivos estratégicos en cuatro perspectivas: financiera, clientes, procesos internos y aprendizaje e innovación. Cada una de las perspectivas se relaciona con las demás mediante relaciones de causa-efecto. bsc promueve, además, el alineamiento de los objetivos estratégicos con indicadores de desempeño, metas y planes de acción para hacer posible la generación de estrategias en forma integrada y garantizar que los esfuerzos de la organización se encuentren en línea con tales estrategias.

Fue creado en 1992 por los profesores de Harvard Business School, Robert Kaplan y David Norton, (en la figura VII.2 se muestra la relación causa-efecto que propusieron estos autores) desde entonces ha sido aplicado con éxito alrededor del mundo, tanto en centenares de organizaciones del sector privado como en el ámbito público y organismos gubernamentales. Recientes encuestas indican que cerca de 50% de las empresas listadas en el ranking "Fortune 1000" utiliza este modelo en los Estados Unidos, mientras que en Europa este porcentaje alcanza 45%.

Es por este motivo que bsc fue escogido por la prestigiosa revista *Harvard Business Review* como una de las prácticas de gestión más importantes y revolucionarias de los últimos 75 años. Asimismo, en el año 2001, el primer comité

temático del Premio Nacional de la Calidad (PNQ) eligió al BSC como una de las herramientas de gestión para la excelencia empresarial. Además de esto, sentó precedente respecto de que el BSC contribuye directa e indirectamente para el alcance de 580 puntos según los criterios de excelencia del PNQ.

El Balance Scorecard, también llamado Cuadro de Mando Integral, ha despertado gran interés entre directivos y empresarios hasta el punto en que se considera como uno de los más importantes modelos de planificación y gestión de los últimos años. Es un modelo que traduce la estrategia en objetivos relacionados, medidos por medio de indicadores y ligados a unos planes de acción que permiten alinear el comportamiento de la organización (Dávila A., 1999).

BSC es un sistema de gestión que permite a los ejecutivos y gerentes asignar sus objetivos estratégicos en un conjunto de medidas de desempeño en cuatro áreas interrelacionadas: la financiera, del cliente, el aprendizaje y el crecimiento, y las perspectivas de procesos internos (Robert Plant *et al.*, 2003). El Cuadro o Tablero de Mando Integral es una herramienta que complementa las medidas tradicionales del rendimiento de la unidad de negocio que se está analizando. Los defensores de este cuadro sugieren que cada unidad o departamento de la organización debe desarrollar y utilizar el sistema de puntuación propio (Marlys Gascho Lipe *et al.*, 2000).

Es importante saber también que el BSC proporcionará a los administradores con la debida instrumentación que necesitan una mejor navegación hacia un futuro exitoso y competitivo (Robert S. Kaplan *et al.*, 1996).

Balance Scorecard es un sistema probado para la medición del funcionamiento de una empresa. Es un sistema de medición integral y una metodología. Es un marco para difundir, refinar y comunicar la estrategia; para expresar la estrategia en términos operativos y para medir la efectividad con que se implementan las estrategias. Víctor Dezerega Cáceres (Dezerega y Asociados Consultores Gerenciales C.A.) en su artículo "The Balance Scorecard (BSC): más gerencia que medición" señala: según el libro *The Balance Scorecard: Translating Strategy into Actions* el BSC es una herramienta revolucionaria para movilizar a la gente hacia el pleno cumplimiento de la misión, por medio de canalizar las energías, habilidades y conocimientos específicos en la organización hacia el logro de metas estratégicas de largo plazo. Permite tanto guiar el desempeño actual como apuntar el desempeño futuro (J. Llorens Fábregas, 2005).

## 7.3. Frontera de eficiencia

### 7.3.1. Tratamiento de datos

El método que se utilizó para ambas compañías fue una recolección de datos históricos mediante búsqueda y observación acerca de cómo se han desempeñado DHL y FedEx a lo largo de los últimos años, utilizando los ingresos monetarios, su lugar en el mercado competitivo mediante un análisis FODA, éstos sacados de fuentes de internet y consultas personales acudiendo al lugar de trabajo de las compañías en la región de Tampico, Tamaulipas. Prosiguiendo con esto, al ya tener y contar con toda la información necesaria para la comparativa se realizarán cuadros y gráficos acerca de las principales acciones y las más importantes actividades que realizan dichas empresas, así se generarán datos estadísticos empleados al momento de tomar una decisión con base en las necesidades y especificaciones que el cliente así desea.

Una vez concluido esto se lleva a cabo la ejecución de las tres herramientas a emplear que son DEA, FODA y BSC. La metodología utilizada fue la siguiente:

1. Se efectúa un análisis DEA por medio del programa Frontier Analyst ya que fue la principal herramienta comparativa utilizada. Se ingresan los datos históricos recabados en el programa y se corre para saber cuáles fueron los resultados, aclarando que para abarcar más rango en la comparativa se ingresó una compañía más que fue UPS.
2. Una vez teniendo los gráficos necesarios y los resultados plasmados se realiza un análisis FODA sobre las tres compañías para determinar su posición competitiva.
3. Por último, se lleva a cabo el método llamado Balance Scorecard en el cual se detallan las ideas que pueden ser favorables al crecimiento y al alcance de la frontera eficiente.

El análisis final considera una metodología que emplea y combina tres análisis fundamentales, DEA + FODA + BSC, para así realizar el análisis estratégico de cualquier organización que conlleve a incrementar la productividad y eficiencia. Se tomarán en cuenta DMU, FedEx y DHL ya que son las compañías a evaluar o comparar, pero en este caso, para ampliar la comparativa utilizando el método DEA, se agregó una compañía más para extender el área de posibilidades. UPS (*United Parcel Service*), será la indicada para dicho procedimiento. En un principio se había tomado la decisión de tomar en cuenta dos compañías más, aquella otra sería Redpack TNT, pero analizando las fuentes de consulta -en este caso internet- me encontré con un documento que mencionaba la com-



pra de TNT por parte de UPS, es por ello que se ingresó sólo una empresa más en lugar de dos.

Decisions Making Unit (unidades de toma de decisiones)

A. - FedEx

B. - DHL

C. - UPS

Los *inputs* y *outputs* a considerar son los siguientes:

CUADRO VII.1. *Inputs y outputs a considerar de las compañías*

<i>Inputs</i>		<i>Outputs</i>	
I1	Aeropuertos	O1	Ingresos anuales
I2	Empleados	O2	Envíos por día
I3	Aeronaves	O3	Países

CUADRO VII.2. *Cantidades de inputs y outputs de las compañías*

Número	DMU	<i>Inputs</i>			<i>Outputs</i>		
		I1	I2	I3	O1	O2	O3
1	FedEx	643	280 000	650	\$37 000 mdd	3.5 millones	220
2	DHL	550	248 000	420	\$93 000 mdd	2.3 millones	220
3	UPS	397	407 000	209	\$45 297 mdd	14 millones	200

El *output* de UPS en aeropuertos o centros de operaciones se generó sacando el promedio de los dos anteriores ya que esa información no se encontró en los medios utilizados  $(643+550)/3$ .

### 7.3.2. Frontera de eficiencia

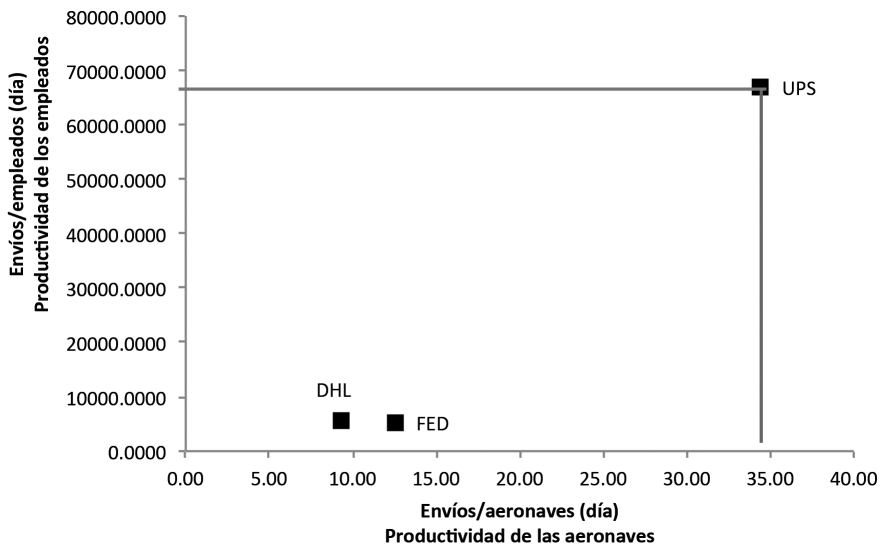
A continuación se procederá a analizar las empresas designadas por medio de la frontera de eficiencia para evaluar técnicamente la productividad de cada una de éstas.

Frontera de eficiencia: envíos por día, empleados, aeronaves

Cuadro VII.3. Generación de frontera eficiente #1

DMU	I1	I2	I3	O1	O2	O3	$x_{O2_{I2}}$	$x_{O2_{I3}}$
FED	643	280000	650	37000	3500000	220	12.50	5384.6154
DHL	550	248000	420	93000	2300000	220	9.27	5476.1905
UPS	397	407000	209	45297	14000000	200	34.40	66985.6459

Los datos utilizados para la generación del gráfico se identifican por las columnas sombreadas.



GRÁFICA VII.3. Frontera eficiente #1

Se muestra la frontera de eficiencia en el figura VII.3 generada mediante excel ya que el software utilizado es un demo que no puede generar dicho gráfico. Se tomó la columna denominada *O2* y se dividió entre la columna *I2* para obtener como resultado la columna  $x_{O2_I2}$  en ésta se encontrará el eje x. Para generar el eje y se tomó la misma columna *O2* pero ahora se dividirá entre la columna *I3* obteniendo como resultado la columna  $x_{O2_I3}$ .

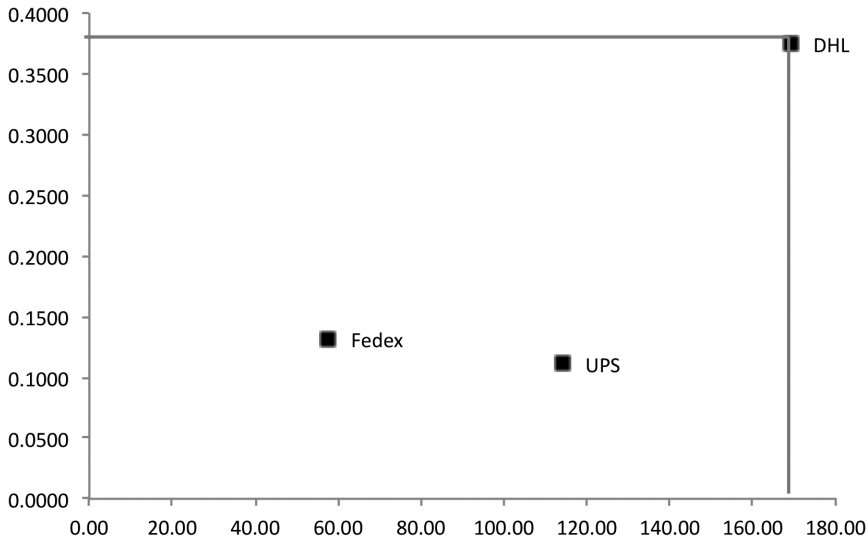
En el figura VII.3 se muestra cómo se ubica DHL y FedEx en comparación con UPS. Éste está mejor posicionado en relación con las otras dos compañías. La frontera de eficiencia la marca *United Parcel Service* en este caso. Como se refleja en la gráfica, UPS es más eficiente en relación con productividad de empleados y productividad en aeronaves. DHL y FedEx están a la par en lo que se refiere a productividad de empleados, pero FedEx es más eficiente en lo que respecta a las aeronaves.

Frontera de eficiencia: ingresos anuales, aeropuertos, empleados.

CUADRO VII.4. Generación de frontera eficiente #2

DMU	I1	I2	I3	O1	O2	O3	$x_{O1_I1}$	$x_{O1_I2}$
FED	643	280000	650	37000	3500000	220	57.54	0.1321
DHL	550	248000	420	93000	2300000	220	169.09	0.3750
UPS	397	407000	209	45297	14000000	200	114.10	0.1113

Lo siguiente es otra combinación de datos para la generación de una segunda frontera eficiente. Ahora para la obtención de la columna  $x_{O1_I1}$  se dividió la columna *O1* entre la columna *I1*, y para la obtención de la columna  $x_{O1_I2}$  se dividió la misma columna *O1* pero ahora entre la columna *I2*.



GRÁFICA VII.2. Frontera eficiente #2

En el gráfica VII.2 se muestra que la frontera de eficiencia está marcada por DHL, siendo ésta superior a las demás en cuestión a las combinaciones que se hicieron con los datos. Como se muestra en la gráfica VII.2, la compañía más eficiente en relación con empleados y aeropuertos es DHL, en cuestión a la productividad en los aeropuertos, FedEx es más eficiente en relación con UPS pero menos eficiente en productividad de empleados, en este caso UPS es superior a FedEx, pero ambas son menos eficientes que DHL. Los ejemplos seleccionados para generar la frontera de eficiencia muestran que en los dos casos FedEx nunca marca la frontera de eficiencia; ésta es dominada por DHL y UPS.

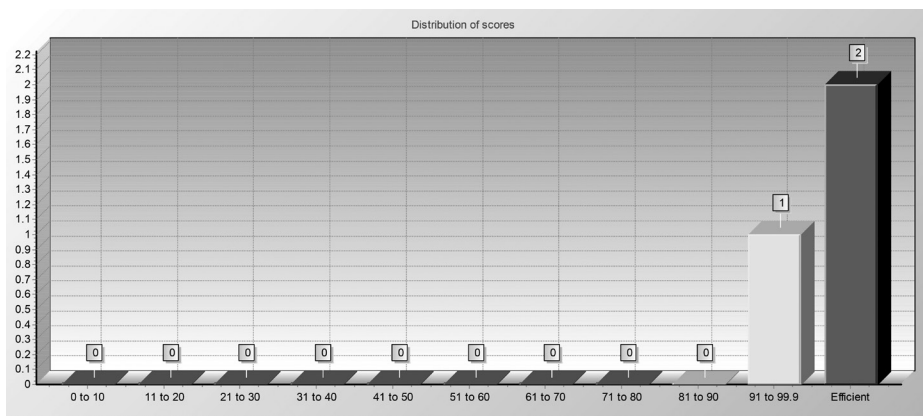
#### 7.4. Análisis y resultados

En el software Frontier Analyst el gris representa la eficiencia y el color negro la ineficiencia en relación con los demás.

Los resultados arrojados por el programa como lo indica el cuadro VII.5 nos muestran que las compañías eficientes son DHL y UPS (*United Parcel Service*) y aquella que es ineficiente en comparación con las demás es FedEx aunque no por mucha diferencia dando 95.10% de eficiencia, y las otras dos arrojando un 100% de eficiencia como lo muestra la gráfica VII.3.

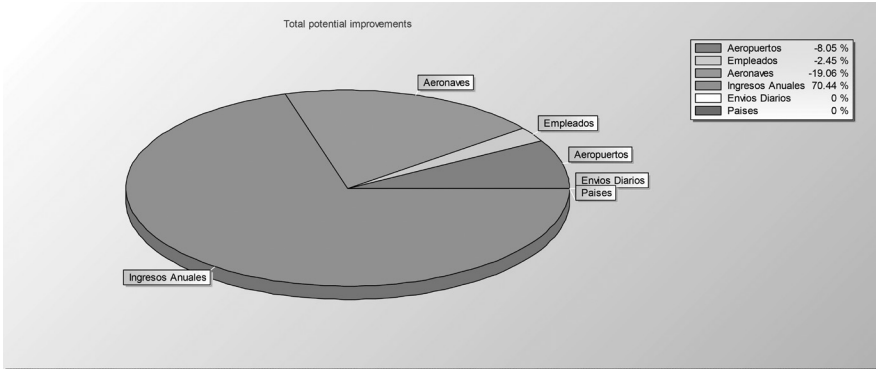
CUADRO VII.5. *Índices de eficiencia*

Nombre de la unidad	Puntuación	Eficiente	Condición
DHL	100.00%	Verdadero	Verde
FEDEX	95.10%	Falso	Ámbar
UPS	100.00%	Verdadero	Verde



GRÁFICA VII.3. *Distribución de las puntuaciones. Obtenido del software Frontier Analyst*

Se dan valores de cero a 100 dependiendo de la eficiencia de las empresas analizadas, del lado del eje Y se consideran las empresas que caen dentro del rango de eficiencia o deficiencia y en el eje X se da su porcentaje. Se considera únicamente como eficiente aquella compañía o empresa que obtenga un valor de 100%. Si se obtiene un poco menos que eso se irá disminuyendo de rango. La gráfica VII.4 muestra aquellos valores con mayor porcentaje abarcado dentro de las tres compañías estudiadas, siendo los ingresos anuales el mayor de éstos con 70.44%; el número de aeronaves con 19.05%; el número de aeropuertos con 8.05% y el número de empleados con 2.45%, dándoles valor de 0% al número de envíos diarios y al número de países ya que éstos tuvieron menos presencia en el análisis.

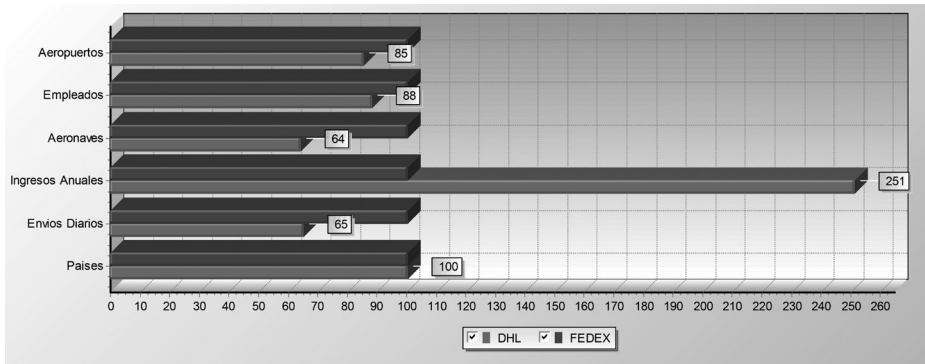


GRÁFICA VII.4. Total de las mejoras potenciales

### 7.4.1. Comparación con el conjunto de referencia

En esta gráfica se comparan las cantidades de *inputs* y *outputs* de aquella unidad que fue deficiente contra las que se encontraron eficientes. Se representan con color azul las barras de la unidad ineficiente y sus valores son fijados en 100 por ciento.

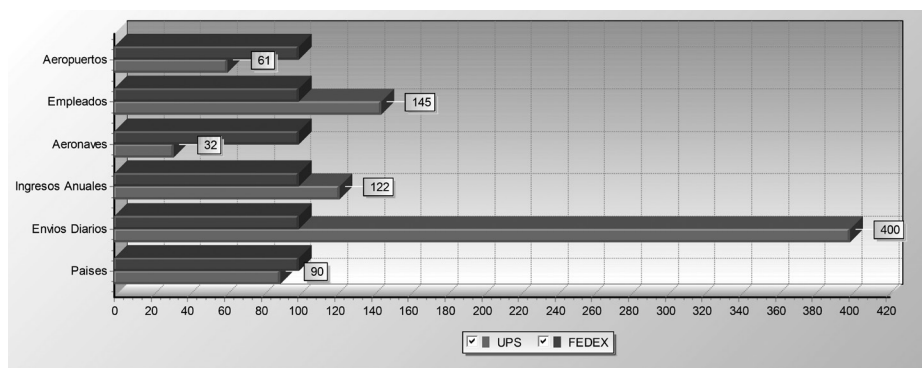
Por debajo de cada una de éstas se encuentran en color rojo aquellas barras de *inputs* y de *outputs* de la unidad eficiente seleccionada del conjunto de referencia (esto debido a que se alternarán las dos compañías eficientes contra aquella que resultó ineficiente). A la derecha de cada una de las barras rojas se encuentra el valor correspondiente como lo muestra la grafica VII.5.



GRÁFICA VII.5. Referencia de comparación FEDEX-DHL. Obtenido del software Frontier Analyst

La gráfica VII.7 indica que la compañía DHL cuenta con 15% menos de aeropuertos que FedEx, con 12% menos de empleados; 36% menos en aeronaves, 35% menos en envíos diarios. En el número de países tienen el mismo porcentaje pero se considera más eficiente a DHL ya que sus ingresos anuales superan en un 151% a FEDEX. En esta gran diferencia pueden interferir varios factores de calidad de servicio de las empresas, tiempos de entrega, amabilidad y respeto por los clientes, seguridad de la carga, entre otros.

La gráfica VII.8 muestra que la compañía UPS cuenta con 39% menos de aeropuertos que FedEx; con 45% más de empleados; 68% menos en aeronaves; 22% más en ingresos anuales; 10% menos en países que abarca y 300% más en envíos diarios. A pesar de que existe una gran diferencia en cuestión de envíos diarios esto no se ve reflejado en gran medida en relación con los ingresos anuales ya que sólo existe 22% de diferencia entre las dos compañías.



GRÁFICA VII.8. Referencia de comparación FEDEX-UPS. Obtenido del software Frontier Analyst

En ambos gráficos se aprecia la diferencia que existe entre las tres compañías ya que a pesar de verse superada en varios aspectos FedEx no se ve superada por mucho en cuestión de eficiencia por gran porcentaje; UPS tiene más ventaja sobre FedEx en relación con los empleados, ingresos anuales y sobre todo con envíos diarios, pero DHL, a pesar de obtener más desventaja en todos sus *inputs* y *outputs*, muestra una gran diferencia en la principal de todas estas variables ya que sus ingresos anuales son mayores en gran medida en relación con FedEx y UPS.

En el figura VII.3 se especifica gráficamente el ingreso de los inputs (aeropuertos, empleados, aeronaves), el proceso de trabajo y los *outputs* obtenidos (ingresos anuales, envíos diarios, países).

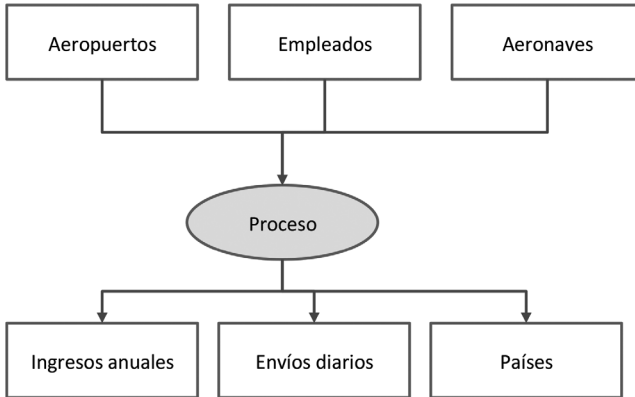


FIGURA VII.3. Inputs y outputs. *Obtenido del software Frontier Analyst*

### 7.4.2. Mejoras potenciales

El software *Frontier Analyst* arrojó el siguiente informe:

CUADRO VII.6. *Puntuaciones y mejoras de FedEx*

95.10% FedEx			
Variable	Actual	Objetivo	Porcentaje potencial
Aeronaves	650	402.59	-38.06%
Aeropuertos	643	539.62	-16.08%
Empleados	280,000	266,293.13	-4.90%
Envíos Diarios	3 500,000	3,500,000	0.00%
Ingresos Anuales	37 000,000,000	89,045,193,893.13	140.66%
Países	220	220	0.00%

En la cuadro VII.6, como en las siguientes, se aprecia el porcentaje de eficiencia que arroja la compañía FedEx y que fue de 95.10%; se encuentran las variables a analizar, los valores observados, los valores objetivos y los porcentajes de mejora potencial de cada variable *input/output*.

Según la guía estudiada y el software con el que se realizó el análisis, el porcentaje potencial ha sido calculado de la siguiente manera:  $(\text{objetivo}-\text{actual})/\text{actual} * 100$ . Un valor negativo indica una reducción *input*, y un valor positivo



un incremento *output*. Esto se realizó únicamente en la tabla para la compañía FedEx que fue la que resultó ineficiente en comparación con las demás; en las otras dos compañías no se generó cambio alguno.

CUADRO VII.7. Puntuaciones y mejoras de DHL

100.00% DHL			
Variable	Actual	Objetivo	Porcentaje Potencial
Aeronaves	420	420	0.00%
Aeropuertos	550	550	0.00%
Empleados	248 000	248 000.00	0.00%
Envíos diarios	2 300 000	2 300 000	0.00%
Ingresos anuales	93 000 000 000	93 000 000 000	0.00%
Países	220	220	0.00%

CUADRO VII.8. Puntuaciones y mejoras de UPS

100.00% UPS			
Variable	Actual	Objetivo	Porcentaje potencial
Aeronaves	209	209	0.00%
Aeropuertos	397	397	0.00%
Empleados	407 000	407 000	0.00%
Envíos Diarios	1 400 000	1 400 000	0.00%
Ingresos Anuales	45 297 000 000	45 297 000 000	0.00%
Países	200	200	0.00%

Para el caso de FedEx, que es el que interesa ya que fue la empresa que resultó ineficiente (véase tabla VII.4), los valores observados de las variables *input* y *output* han sido: aeronaves, 650; aeropuertos, 643; empleados, 280 000; envíos diarios, 3 500 00; ingresos anuales, 37 000 000 000 y países 220. En tanto los valores objetivos que debería mostrar para que se encontrara sobre la frontera de eficiencia son: aeronaves, 402; aeropuertos, 539; empleados, 266 293; ingresos anuales, 89 045 193 893; envíos diarios y países no cambian. Para ser eficiente, FedEx debe promover una reducción *input* en: aeronaves, de 38.06%, aeropuertos, de 16.08% y empleados, 4.90%. Mientras que debe promover un aumento *output* en ingresos anuales de 140.66%.

### 7.4.3. Análisis FODA

Una vez teniendo los resultados que arrojó el software Frontier Analyst y haberlos plasmado, se analizaron las tres compañías y se generó un análisis FODA de cada una de ellas para proseguir después con el Balance Scorecard. El análisis FODA de UPS (cuadro VII.9) indica que no existe otro líder indiscutido como lo es UPS en cuestiones de transporte terrestre. Esto es un impulsor más para su crecimiento constante.

CUADRO VII.9. Análisis FODA de la compañía UPS (United Parcel Service)

<p style="text-align: center;"><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Líder indiscutido en envío terrestre con crecimiento sostenido día a día.</li> <li>• Fundada en 1907, es la primera y con más experiencia en este ámbito laboral.</li> <li>• Sólida red de distribución.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia sindical fuerte</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expansión de las compras en línea.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principal competidor Federal Express</li> <li>• Aumento de los costes de combustible.</li> <li>• Panorama competitivo.</li> <li>• Potencial desaceleración de la economía mundial.</li> </ul>

El análisis FODA de FedEx (cuadro VII.10) indica que es uno de los primeros en relación con el transporte aéreo y cuenta con la mayor flota aérea de todo el mundo sin embargo, esto no les ha facilitado la expansión a lo largo de otros continentes ya que también les genera un alto costo en infraestructura y sus deudas ascienden poco a poco.

Cuadro VII.10. Análisis FODA de la compañía FedEx

<p style="text-align: center;"><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pioneros en transporte aéreo con sistemas tecnológicos de última generación.</li> <li>• Mayor flota aérea del mundo y mayor capacidad de carga.</li> <li>• Innovación constante para satisfacer al cliente.</li> <li>• Fuerte estructura corporativa.</li> <li>• Líder en la industria Air Express.</li> <li>• Excelente personal de tierra y pilotos.</li> <li>• Constante actualización del sistema training del empleado.</li> <li>• Reputación de ser el primero en adoptar nuevas tendencias.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas al intentar expandirse a otros continentes.</li> <li>• Alta estructura de costo.</li> <li>• Deudas que mantiene por la adquisición de compañías.</li> <li>• Cambios en las tecnologías.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversas prestaciones.</li> <li>• Buen salario a los empleados.</li> <li>• Expandirse con la adquisición de otras compañías.</li> <li>• El costo de la infraestructura de las empresas de correo es una barrera de entrada a los recién llegados.</li> <li>• La globalización ofrece oportunidades para expandirse.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las deudas que pueden llevar la compra de varias compañías como <i>multipack o flying tigers</i>.</li> <li>• DHL y UPS.</li> <li>• El mantenimiento de la infraestructura de una empresa de mensajería <i>express</i> es una barrera de salida debido a los altos costos fijos.</li> <li>• El capital de ingreso se adquiere mediante el volumen de ventas, por lo que en tiempos lentos los elevados costos fijos pueden ser un problema muy fuerte.</li> </ul>

El análisis FODA de DHL (cuadro VII.11) muestra que esta compañía es la número uno en relación a lo que con transporte marítimo se refiere y busca que el entorno de trabajo sea de lo más confortante para sus trabajadores, DHL mantiene altos precios en sus servicios, no obstante, esto no ha sido factor para que sea líder en el mercado de envío exprés internacional.

CUADRO VII.11. *Análisis FODA de la compañía DHL*

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entorno en el que las personas disfrutan trabajar juntas.</li> <li>• Crear relaciones de confianza con los clientes.</li> <li>• Número uno en transporte marítimo.</li> <li>• Líder en mercado en envío exprés internacional.</li> <li>• Simbiosis entre las empresas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altos precios.</li> </ul>
<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expansión a nivel mundial.</li> <li>• Empresas mixtas.</li> <li>• Expansión del comercio electrónico.</li> <li>• Aumento en el número de productos manufacturados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FEDEX y UPS.</li> <li>• Relaciones con otros países.</li> <li>• Desaceleración económica.</li> </ul>

#### 7.4.4. Balance Scorecard

La relación causa-efecto que menciona el Balance Scorecard se especifica en el figura VII.4.

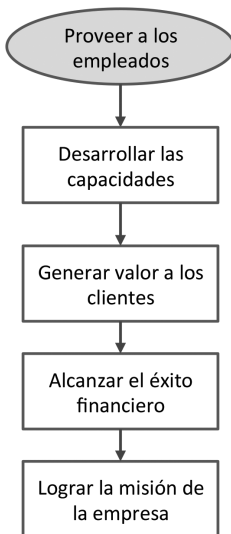


FIGURA VII.4. *Relación causa-efecto*

*Balance Scorecard* de la compañía menos eficiente, en este caso FedEx. Se muestra cómo quedan realizadas los cuadros VII.12, VII.13 y VII.14.

CUADRO VII.12. *La visión financiera*

	Perspectivas financieras				
	Objetivos	Indicadores	Metas		Iniciativas
			2012	2013	
Qué objetivos financieros se deben alcanzar para satisfacer a los accionistas	Rentabilidad	Número de ventas anuales en relación con la competencia.	Abarcar 15% más de clientes respecto al año anterior.	Aumentar la rentabilidad 10% más respecto al año anterior.	Analizar los precios y los costos de las demás compañías.
	Crecimiento	Número de envíos. Ganancias monetarias y en clientes.	Incrementar el número de envíos 15% gastando menos insumos.	Incrementar el número de envíos 20% gastando menos insumos.	Promociones. Anuncios publicitarios. Adquisición de nuevas compañías.
	Valor para el accionista	Calidad en el servicio en general.	Posicionarse por encima de la competencia 5% para estar al margen.	Posicionarse por encima de la competencia 5% con respecto al año anterior.	Generar atractivas propuestas para los principales inversionistas.

CUADRO VII.13. *La visión cliente*

	Perspectiva financieras				
	Objetivos	Indicadores	Metas		Iniciativas
			2012	2013	
Qué necesidades del cliente se deben satisfacer para alcanzar los objetivos financieros	Mejorar la Imagen de la empresa	Nivel de preferencia respecto a los competidores.	25%	40%	Realizar encuestas mensuales para conocer la opinión del cliente.
	Servicio	Adquisición de nuevas tecnologías analizando primeramente cuáles utiliza la competencia. Una atención más personalizada, amable y paciente.	Destinar 35% de las ganancias a invertir en mejoras técnicas y tecnológicas.	Aumentar 5% respecto al año anterior lo destinado a mejoras tecnológicas.	Cotizar costos de las tecnologías utilizadas y saber qué requiere el cliente.
	Precio/costo	Cuánto se gana y cuánto se pierde.	10% más de ganancias.	15% más de ganancias.	Cotizar los mejores proveedores.

CUADRO VII.14. *La visión interna*

En qué proceso interno se debe ser excelente para satisfacer a los clientes	Perspectiva interna			
	Objetivos	Indicadores	Metas	Iniciativas
	Más calidad en el servicio al cliente	Precio Tiempo	Analizar costos de materia prima e insumos y disminuir los costos de éstos 10%	Cotizar mejores proveedores. Estandarizar los tiempos de entrega.
Rentabilidad	Número de ventas anuales en relación con la competencia	Abarcar 15% más de clientes respecto al año anterior.	Aumentar la rentabilidad 10% más respecto al año anterior.	

Cuadro VII.15. *La visión aprendizaje y crecimiento*

Cómo se debe aprender a innovar para alcanzar las metas	Perspectiva interna			
	Objetivos	Indicadores	Metas	Iniciativas
	Mercado de innovación	Imagen Estilo	Cambiar estilos y diseños de imagen de la compañía.	Analizar qué es lo que está teniendo más aceptación por el cliente en el ámbito laboral.
Aprendizaje continuo	Capacitación	Capacitar a todo el personal en nuevas tecnologías y procedimientos.	Concientizar al personal y orientarlo a que el cliente y el ganar dinero son lo primordial.	

## 7.5. Conclusiones

En general, lo que se trató no fue un problema en particular sino la propuesta de una metodología que facilite el entendimiento y el seguimiento de cualquier negocio, llámese micro, pequeña o mediana empresa. Se adapta en cualquier caso pero se debe analizar detalladamente y con tiempo ya que para que se obtengan buenos resultados se debe enfocar en tres análisis: DEA, FODA y BSC.

Para llevar a cabo la propuesta metodológica se enfocó en un caso de estudio en particular que fue el de comparar una empresa con otra relacionada con el transporte aéreo de carga y servicios de paquetería agregando al momento de trabajar el software una compañía más, esto con el fin de que abar-

cara más espacio dentro del estudio. No se pensó en un principio en resolver un problema determinado sino de comparar única y exclusivamente para determinar cuál de las empresas analizadas era eficiente y cuál era ineficiente en comparación una con la otra.

Como se presentó en el capítulo anterior, los resultados muestran que la compañía menos eficiente entre las tres que se analizaron fue FedEx. Esto no quiere decir que sea una compañía mala sino que dentro de las tres que se analizaron la que menos ofreció una eficiencia fue FedEx, sin embargo, la diferencia sólo fue de 5%.

En un principio, y después de haber estudiado las tres empresas nunca se imaginó que la menos competitiva sería FedEx debido a que tiene muchos años en el mercado laboral en el que se desenvuelve, pero conforme fue avanzando el análisis y se corrió el programa Frontier Analyst los resultados y las expectativas fueron diferentes a lo que se creía. Como se mencionó, este tipo de análisis de investigación se puede adaptar a cualquier situación que necesite una comparativa en general o específica de cualquier empresa o negocio y facilita el entendimiento una vez conociendo las variables estudiadas.

## 7.6. Referencias

- Action Group (1999), *Mejora continua, RRHH, Desarrollo organizacional*. Visitada el 07/10/11 <http://www.actiongroup.com.ar/download/benchmarking.pdf>.
- Muñiz G. Rafael (2010), "Servqual: evaluación de la calidad de los servicios", *Marketing en el siglo XXI*, Centro de Estudios Financieros, 3ª edición.
- Brandon Y. H. Wong, Mariano Luque, Jian-bo Yang (2009), "Using interactive multiobjective methods to solve DEA problems with value judgements", *Computers y Operations Research*, vol. 36.
- Dávila A. 1999, "El Cuadro de Mando Integral", *Revista de Antiguos Alumnos del IESE*, n° 75, pág. 2, Barcelona.
- Freemont E. Kast, James E. Rosenzweig (1997), *Administración en las organizaciones. Enfoque de sistemas y de contingencias*, 4ª edición, McGraw-Hill, Headconsulting, servicios para empresas.
- IBNET (2005), *La red internacional de comparaciones para empresas de agua y saneamiento*. Visitada el 22/10/11.
- , [http://www.ib-net.org/sp/texts.php?folder\\_id=53](http://www.ib-net.org/sp/texts.php?folder_id=53).
- , [http://www.ib-net.org/sp/texts.php?folder\\_id=57](http://www.ib-net.org/sp/texts.php?folder_id=57).
- , <http://www.ideasparapymes.com/contenidos/mercadotecnia-empresarial-analisis-FODA.html>.
- Injazz J. Chen y Karen Popovich. Understanding customer relationship ma-

- nagement (CRM): People, process and technology. *Business Process Management Journal*, vol. 9. MCB UP Ltd 2003.
- Jaume Puig-Junoy, Guillen López-Casasnovas, Vicente Ortún Rubio, (2005). ¿Más recursos para la salud? Masson, S.A. Reimpresión. Barcelona, España.
- J. Llorens Fábregas (2005), *Gerencia de proyectos de tecnologías de información*, CEC, Caracas, Venezuela.
- Marlys Gascho Lipe y Steven E. Salterio (2000), *The Balanced Scorecard: Judgmental Effects of Common and Unique Performance Measures*, vol. 75, núm. 3.
- Michel Godet y Philippe Durance (2009), Cuadernos del Lipsor, *La prospectiva estratégica para las empresas y los territorios*, serie de investigación núm.10.
- M. Reyes Álvarez-Osorio García de Soria, Estrella Figueroa Murillo, Juan Antonio Córdoba Doña y Fernando J. López Fernández (1993), *Análisis envolvente de datos: aplicación en la medida de la eficiencia en los servicios de medicina preventiva hospitalarios de Andalucía*. Servicio de medicina preventiva Hospital Universitario Puerta del Mar Cádiz, España.
- Nadine Pahl y Anne Richter (2007), *SWOT Analysis – Idea, Methodology and a Practical Approach*, Books on Demand GmbH. Germany.
- Negocios e industria (2009), *La importancia del Benchmarking para mejorar*. Año 10, No. 119, página 37.
- Rajiv D. Banker and Richard C. Morey (1986), *The Use of Categorical Variables in Data Envelopment Analysis*. Management Science vol.32, núm.12. U.S.A.
- Robert C. Camp (1993), *Benchmarking la búsqueda de las mejores prácticas de la industria que conducen a un desempeño excelente*. Panorama.
- Robert Plant, Leslie Willcocks and Nancy Olson (2003), *Information Systems and E-Business Management*.
- Robert S. Kaplan y David P. Norton (1996), *The Balanced Scorecard: translating strategy into action*. United States of America. Copyright 1996 by the President and Fellows of Harvard College.
- Ronald H. Ballou (2004), *Logística. Administración de la cadena de suministros*, 5ª edición, Pearson Educación de México.
- Secretaría de Salud, Subsecretaría de Innovación y Calidad <http://www.cca.org.mx/funcionarios/cursos/ap089/apoyos/m3/analisis.pdf>
- Symnetics Business Transformation, collaborative affiliate – Latin America. [www.symnetics.com.ar](http://www.symnetics.com.ar) Nota: la información correspondiente a este tema se obtuvo de la anterior referencia pero actualmente la compañía cambió su nombre después de operar en Argentina por más de 12 años. La empresa líder en gestión de la estrategia ahora se llamará



Tantum esto debido a una expansión mundial de Grupo Tantum, que de esta forma unifica bajo esta marca su actividad en América Latina, Europa y Medio Oriente, <http://www.tantum.com/argentina/home.htm>.

Terry Hill y Roy Westbrook. "SWOT Analysis: it's time for a product recall", *Long Range Planning*, vol. 30. p. 47. Consultado el 25 de junio de 2012.

Universo PYME (2007), *Administración de la relación con el cliente*. Visitada el 15/10/11. Disponible en [http://www.universopyme.com.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=298&Itemid=383](http://www.universopyme.com.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=298&Itemid=383).

William W. Cooper, Lawrence M. Seiford y Joe Zhu (2004), *Data Envelopment Analysis History, Models and Interpretations*, p. 1. Kluwer Academic Publishers, Boston.

Zambrano Barrios, Adalberto (2006), *Planificación estratégica, presupuesto y control de la gestión pública*, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, pp. 84 y 85.

