

## 4 Manufactura de Clase Mundial

El presente capítulo establece el marco conceptual de manufactura de clase mundial, y los elementos que contiene, tales como: justo a tiempo (JIT), calidad total (TQM), teoría de restricciones (TOC), cambio rápido de dados (SMED), cadena de suministro (SCM), y mantenimiento de la productividad total (TPM). Al final del capítulo se presentará un cuadro comparativo de los beneficios, usos y aplicaciones de cada una de las herramientas de clase mundial mencionadas.

### 4.1 Principios de manufactura de clase mundial

La manufactura de clase mundial es un concepto que se encuentra dentro de la teoría de la administración de operaciones, siendo el principal precursor el Dr. Hill (Hill, T. 1994).

Las operaciones de manufactura, entendidas como los procesos de transformación de productos, han sido precursoras de los grandes avances tecnológicos para la eficiencia de las operaciones de producción, sin embargo, no sólo las empresas de manufactura se han beneficiado de estas nuevas técnicas de administración, sino que otros sectores tales como el sector servicios y el de alimentos también han sido beneficiados.

La manufactura de clase mundial ha cambiado la forma tradicional de la administración de operaciones, incorporando el elemento de liderazgo en costo dentro del escenario de alta competitividad que se tiene hoy en día (*véase la tabla No. 4-1*).

Tabla 4–I. Estrategia de liderazgo en costo.

Estrategia de competencia	Consumidor	Competencia
Liderazgo en costo	Requiere de productos y servicios que satisfagan las necesidades de los clientes, en términos de calidad, cantidad, tiempo y costo.	Pasiva
Liderazgo en costo	Requiere de productos y servicios que satisfagan las necesidades de los clientes, en términos de calidad, tiempo y costo.	Dinámica

El cambio en la dinámica de mercado desde un ambiente de competencia pasiva a un ambiente dinámico, trae como consecuencia que las estrategias tradicionales de la administración de operaciones no sean del todo efectivas, por lo tanto, se deberán incorporar nuevas herramientas para una administración de operaciones más efectiva y eficiente.

Un ejemplo clásico es el modelo Ford “T” del Sr. Henry Ford, quién bajo la consigna de ofrecer un automóvil con una mayor rapidez y a un menor costo de fabricación, logró diseñar una línea de ensamble secuencial o en serie, que más tarde se transformaría en producción de tipo celular o de grupo, con ello, logró incorporar la estrategia de liderazgo en costo, ofreciendo vehículos automotores que se caracterizaban por una mayor calidad, menor tiempo de respuesta y menor costo.

La manufactura de clase mundial, ha venido a revolucionar la forma en la cual se administra la operación de la cadena productiva; podemos resumir en tres características fundamentales de tendencia de manufactura avanzada: 1) Hacer las cosas de una mejor forma, 2) Hacer las cosas de una forma más eficiente, y 3) Hacer las cosas de una manera más ágil.

Hacer las cosas de una forma mejor.

- Un ejemplo es el uso de programas de diseño por computadoras, tales como: CAD (diseño asistido por computadora), CAM (manufactura asistida por computadora), y CIM (manufactura integrada por computadora), los cuales han sido vitales en el mejoramiento del diseño de los productos.

Hacer las cosas de una forma más económica.

- Al resultarle más económico o eficiente producir a la empresa podrá estar en una mejor posición de competencia, por lo tanto, los costos y gastos de producción disminuirán. El uso de herramientas de clase mundial enfocadas al liderazgo en costo tendrán una importancia vital en este apartado.

Hacer las cosas de una manera más ágil.

- La manufactura ágil puede entenderse como flexibilidad, rapidez, velocidad de operación, etc. Algunas de las herramientas usadas para este fin, pueden ser: teoría de restricciones, cambio rápido de datos, manufactura esbelta, entre otros.

## **4.2 Herramientas de clase mundial**

La aplicación de la manufactura de clase mundial se realiza a través de la implantación de diversas técnicas de administración (denominadas herramientas de clase mundial), las cuales tienen por objetivo el reducir o eliminar los sobre costos en el sistema de manufactura o de operación de la organización.

Dentro del sistema de manufactura de las empresas podemos identificar seis tipos de sobre costos típicos (Shingo, S. 1990) a saber:

Sobre costo en el manejo de materiales.

- Este tipo de sobre costo de producción está relacionado con la cantidad de tiempo involucrado en el manejo de materiales, desde el recibo de materiales, surtimiento de materiales a la línea de producción, hasta el producto final.

Sobre costo en el almacenamiento

- Este tipo de sobre costo se encuentra específicamente en el proceso de planeación de requerimientos de materiales, donde se definen las siguientes variables: cantidad a ordenar, inventarios de seguridad, vueltas de inventario y valor del inventario. Cada una de estas variables repercute directamente en costo financiero al mantener el inventario.

Sobre costo en el cambio de datos

- La empresa recibe diferentes órdenes de producción cada una con sus propias características, para ello, el programador de la producción deberá planear el uso de la maquinaria y la secuencia entre las diferentes órdenes de producción.

- El tiempo de cambio entre una orden de producción y otra se denomina tiempo de cambio de datos o tiempo de preparación, en el cual, el sistema no se encuentra produciendo por lo tanto es un sobre costo.

#### Sobre costo en la calidad

- La eficiencia de operación de un sistema de manufactura tiene varios indicadores, a saber: velocidad de la línea, disponibilidad del equipo y calidad a la primera vez. El tener defectos ocasiona serios problemas en el sistema de operación, por ejemplo: disminución de la eficiencia del sistema, recuperación de productos, tiempo extra o un mayor inventario de seguridad.

#### Sobre costo en el balanceo de las líneas

- Las líneas de producción están compuestas por diferentes arreglos de maquinaria, las cuáles al no estar correctamente sincronizadas a la misma velocidad de producción, ocasionarán inventarios en proceso: tanto de uso temporal o de uso posterior. La falta de balanceo en las velocidades de producción trae como consecuencia sobre costos de inventario.

La manufactura de clase mundial a través de la implementación de diferentes herramientas de productividad, busca la eliminación de los sobre costos (*véase la tabla No. 4-II*).

Tabla 4-II. Evolución de la administración de operaciones.

Sobre costo en el sistema de operación	Herramienta de clase mundial	Principal beneficio
Excesivos tiempo de manejo de materiales	Justo a tiempo	Reducción de inventarios
Productos con defectos	Calidad total	Reducción de defectos
Tiempos muertos por el cambio de órdenes de trabajo en la secuenciación de producción	Cambio rápido de dados	Reducción de los tiempos de preparación
Velocidad de producción no balanceada en las diferentes estaciones de trabajo	Teoría de restricciones	Sincronización de las diferentes estaciones de trabajo
Disponibilidad de los equipos	Mantenimiento de la productividad total	Aumento de la disponibilidad de equipos
Problemas de calidad, entregas y servicio con proveedores	Cadena de proveedores	Mayor confiabilidad en los proveedores

#### **4.2.1 Justo a tiempo**

Los antecedentes del JIT provienen de dos sucesos históricos importantes en la industrial automotriz, por una parte se encuentra el Sr. Henry Ford, que lograría recortar el precio de venta del auto Ford "T" debido a la reducción del tiempo de ciclo total a través del uso de un sistema de manufactura en serie, por otra parte, Taichii Ohno y Shigeo Shingo (Shingo, S. 1990), ejecutivos de la empresa Toyota, acuñaron propiamente el término de Justo a tiempo, que consiste en una herramienta de reducción y eliminación de desperdicios.

El concepto del sistema justo a tiempo, ha venido a revolucionar las técnicas de administración de las operaciones, debido a que esta técnica tiene su principal objetivo en la producción de la cantidad exacta de productos y servicios que son requeridos, en el momento adecuado en el cual se necesitan. El impacto principal del sistema justo a tiempo radica en una disminución drástica de inventario en proceso, a la par de la reducción del tiempo de ciclo total de producción, logrando ofrecer productos acordes a los pedidos.

El sistema justo a tiempo impacta a todas las actividades de la organización, a saber: compras, producción, mantenimiento, ingeniería y manufactura, finanzas, control de producción, servicio a clientes, etc.

El sistema justo a tiempo, es una herramienta que pone a punto el sistema de producción, en otras palabras, reduce dramáticamente el tiempo de respuesta del tiempo total de manufactura o servicio y por otra parte lo hace al menor costo, esto equivale a mayor rentabilidad.

En la siguiente tabla (*véase la tabla No. 4-III*) se presentará un resumen de los objetivos y alcances de la herramienta justo a tiempo.

Tabla 4-III. Justo a tiempo.

Objetivo	Alcance	Campo de aplicación	Beneficios	Indicadores
Producir la cantidad exacta de productos y servicios que son requeridos, en el momento adecuado en el cual se necesitan.	Sistema de suministro de materiales.  Sistema de suministro de producto terminado.	Sistema de manufactura.	Reducción de inventarios.	Valor de inventario.  Vueltas de inventario.  Entregas a tiempo.

#### 4.2.2 Calidad Total

La calidad fue conocida como una filosofía de administración a finales de la década de los sesenta, sin embargo, las herramientas de calidad no iniciaron en esos años, ya que desde los inicios del siglo XX, ya se usaban ciertos principios de calidad. A continuación presentaremos un resumen histórico de los principales enfoques de calidad (véase la tabla No.4-IV).

Tabla 4-IV. Evolución en calidad.

Etapas	Concepto de calidad	Elemento principal
Inspección.	Revisión de productos para separar los buenos de los malos.	Auditorías de calidad.



Etapa	Concepto de calidad	Elemento principal
Control de calidad.	Aplicación de técnicas estadísticas para muestrear.	Ingeniería de calidad.
Calidad en el servicio.	Implementación de conceptos de gerencia enfocada al servicio.	La voz del cliente.
Garantía de calidad.	Ponderación de la calidad en los diferentes tipos de productos, como alimentos.	Sistemas de aseguramiento de calidad: HACCP (análisis de riesgos y puntos críticos de control).
Administración de la calidad.	Filosofías y principios para administrar la calidad en las empresas públicas y privadas.	Administración de la calidad total y control total de calidad.
Aseguramiento de la calidad.	Constitución de los elementos mínimos para edificar un sistema de calidad institucional efectivo.	Normas internacionales de aseguramiento de la calidad, a través de los estándares de calidad ISO 9000.

Etapa	Concepto de calidad	Elemento principal
Metodologías de mejoramiento continuo.	Aplicación de diferentes técnicas para reducir costos de operación, con el objetivo de incrementar la eficiencia del sistema de operación.	Seis sigma, Kaizen, Planes de mejoramiento continuo, costos de calidad, etc.
Calidad ambiental	La preservación del medio ambiente como una vía para el desarrollo sustentable.	Normas internacionales de aseguramiento de la calidad, a través de los estándares de calidad ISO 14001.

#### Inspección

- La inspección fue la técnica de selección de productos buenos de los defectuosos, este enfoque, era altamente costoso, debido a que toda la producción debía pasar por estaciones de selección, sorteo y verificación.

#### Muestreo

- Con la llegada de la segunda guerra mundial llegó también la necesidad de producir más y mejor, hecho por el cual, la inspección 100 % de los productos no era lo más adecuado, debido a que incrementaba el tiempo de ciclo y los costos de producción, para ello, se desarrollaron procedimientos de muestreo que lograrían eficientizar los métodos de selección de productos.

### Calidad en el servicio

- Al término de la segunda guerra mundial se inició una era de recuperación, y emergieron algunos conceptos, tales como: la voz del cliente, calidad en el servicio, satisfacción del cliente. Estos nuevos conceptos estaban orientados a escuchar la voz del cliente y satisfacerlo, era común escuchar lemas como: satisfacción total y superación de expectativas, entre otros.

### Garantía de calidad

- El concepto de garantía de calidad está relacionado con el grado de riesgo involucrado en caso de falla, que tiene un producto o un servicio cuando es ofrecido al cliente, para esto, se desarrollaron algunas herramientas, tales como: planeación de la calidad, análisis de modo y efecto de falla y plan de control, entre otras. El principal beneficio de esta etapa de la calidad fue la determinación de puntos de control y mejoramiento, para ofrecer un producto y/o servicio más seguro al consumidor.

### Administración de la calidad

- El principal objetivo de esta etapa, fue introducir el concepto de la calidad en los procesos administrativos y definir la filosofía de la empresa (visión, misión y valores y políticas) en términos el compromiso de la organización en la satisfacción de los clientes.

### Aseguramiento de la calidad

- El aseguramiento de la calidad surgió a finales de la década de los ochenta, al publicarse de manera oficial la norma ISO 9000 versión 1987. Estas normas fueron el primer intento serio por estandarizar los conceptos de calidad en términos administrativos de procesos y prácticas.

### Metodologías para el mejoramiento de la calidad

- El mantener un sistema de aseguramiento de la calidad fue el principio de la nueva era en materia de calidad, los gerentes de calidad, investigadores y empresarios siempre mantuvieron la misma pregunta: ¿Cómo hacer para mejorar los procesos internos de la organización? y se desarrollaron algunas herramientas, tales como: kaizen (mejora continua), kairyo (mejoras de alto impacto), PMC (planes de mejoramiento continuo), y 6 $\sigma$  (seis sigma), entre otras.

### Calidad ambiental

- En la Comunidad Económica Europea y Norte América, empezaron a emerger conceptos, tales como: desarrollo sustentable, tecnologías limpias, ecoeficiencia. Estos conceptos se incorporarían a la vida diaria de la empresa, a través de un estándar internacional denominado ISO14000.

En la siguiente tabla (véase la tabla No. 4-V) se presentará un resumen de los objetivos y alcances de la herramienta calidad total.

Tabla 4-V. Calidad total.

Objetivo	Alcance	Campo de aplicación	Beneficios	Indicadores
Ofrecimiento de productos y servicios que satisfagan las expectativas de los clientes.	Productos y servicios.	Sistema de administración de la empresa.	Reducción de costos. Incremento de la satisfacción de clientes.	Costos de calidad Satisfacción de clientes

### 4.2.3 Cambio rápido de datos

El mercado actual, demanda productos con un nivel de complejidad cada vez mayor, y ésta estriba en los siguientes conceptos: 1) Lotes pequeños de producción, 2) Menor tiempo de respuesta, y 3) Reducción de costos.

Lotes pequeños de producción

- Los clientes muy raras veces piden grandes cantidades del mismo número de parte, en otras palabras buscan variedad e incluso diversidad.

Menor tiempo de respuesta

- El tiempo total entre la confirmación del pedido hasta la entrega deberá ser cada vez más corta.

Reducción de costos

- Los productores no pueden bajar sus precios bajo un esquema de guerra de precios sin afectar o poner en riesgo la estabilidad de la empresa, por lo tanto deben ofrecer reducciones de precios con base en las reducciones en los costos de operación, esto implica mayor productividad y la búsqueda de hacer productos al nivel más económico posible sin afectar las especificaciones ni estándares de diseño y producción.

La herramienta de productividad cambio rápido de datos (SMED) está enfocada a los primeros dos elementos: lotes pequeños de producción y menor tiempo de respuesta.

La metodología SMED propone una serie de pasos para poder disminuir el tiempo de preparación entre el cambio y secuenciación de diferentes órdenes de trabajo en las diferentes estaciones de procesamiento (*véase la tabla No. 4-VI*).

Tabla 4–VI. Metodología SMED.

Etapa	Descripción
I	Identificar las actividades externas y las actividades internas.
II	Transformar las actividades internas en externas.
III	Optimizar los tiempos de ejecución de las actividades internas remanentes.
IV	Estandarizar la operación.

Como se puede observar en la tabla anterior, la metodología está basada en la identificación de las actividades, tanto internas como externas. Las actividades internas son aquellas que se deben realizar forzosamente cuando la estación de trabajo se encuentra sin funcionar (tiempo muerto), mientras que las actividades externas, son aquellas que se pueden realizar cuando la estación de trabajo está produciendo (tiempo productivo).

En la siguiente tabla (véase la tabla No. 4-VII) se presentará un resumen de los objetivos y alcances de la herramienta cambio de datos.

Tabla 4-VII. Cambio de datos.

Objetivo	Alcance	Campo de aplicación	Beneficios	Indicadores
Disminuir los tiempos muertos relativos a los cambios y secuenciación de órdenes de trabajo.	Sistema de manufactura.	Estaciones de trabajo.	Reducción de tiempos muertos.	Tiempo de preparación entre cambio de órdenes de trabajo.

#### 4.2.4 Teoría de restricciones

La teoría de restricciones y justo a tiempo tienen mucho en común, de hecho en su filosofía de operación se encuentran muchos elementos comunes, siendo el principal objetivo: la necesidad de maximizar la salida operativa a través de la reducción drástica del tiempo de ciclo.

La teoría de restricciones fue promovida por el Dr. Goldratt (Goldratt, E. 2004), la cuál centra su atención en la restricción mayor del sistema productivo, es decir: la estación de más bajo rendimiento productivo o el proceso más lento, en consecuencia una vez identificado el proceso más lento, se realizan ajustes para incrementar la salida en ese proceso en particular, y así sucesivamente hasta que la velocidad de salida de toda la cadena productiva es incrementada.

La metodología de teoría de restricciones propone una serie de pasos para poder incrementar la eficiencia del sistema de producción (véase la tabla No. 4-VIII).

Tabla 4–VIII. Teoría de restricciones.

Etapa	Descripción
I	Identificación de las restricciones del sistema
II	Maximizar la salida en las restricciones tanto como sea posible
III	Balancear la línea de producción a esa restricción
IV	Mejoramiento de cada una de las restricciones
V	Iniciar otra vez el ciclo de mejora continua

La teoría de restricciones es un proceso estructurado de un paso a la vez, enfocándose a la restricción mayor del sistema, es decir: el proceso más lento el cuál marca el ritmo de producción de todo el sistema. Si el sistema de manufactura produce de una forma desbalanceada con respecto a esa restricción, ocasionará sobre costos en relación a los inventarios en proceso que resultarán, en consecuencia pérdida de eficiencia y reducción de la productividad. lo que vamos a hacer es tener inventarios en proceso, desacoplamiento de procesos, y esto, se traduce en sobre costos de producción, que impactan directamente a la utilidad de operación.

En la siguiente tabla (véase la tabla No. 4-IX) se presenta un resumen de los objetivos y alcances de la herramienta teoría de restricciones.



Tabla 4–IX. Teoría de restricciones.

Objetivo	Alcance	Campo de aplicación	Beneficios	Indicadores
Incrementar la eficiencia del sistema de operación.	Sistema de manufactura.	Estaciones de trabajo y centros de procesamiento.	Aumento de la capacidad productiva.	Velocidad de la línea de producción.

#### 4.2.5 Mantenimiento de la productividad total

Las empresas que inician sus esfuerzos en el campo de la manufactura de clase mundial pueden creer que los cambios se realizan a través de un convencimiento masivo de la forma de pensar de la personas a través de un cambio cultural. Sin embargo no es lo único, además de realizar un cambio cultural donde, algunos paradigmas en los que el desperdicio es aceptado (por ejemplo inventarios de producto terminado y sobre producción) deben desaparecer, se deberá realizar un enfoque continuo al mejoramiento de los procesos.

Henry Ford en 1926 escribió: “el desperdicio del tiempo difiere del desperdicio del material, debido a que éste no puede ser recuperado, y es el más difícil de eliminar” (Black, J. 1998).

El mantenimiento de la productividad total es una herramienta fundamentada en tres indicadores: 1) Velocidad de producción, 2) Disponibilidad del equipo, y 3) Calidad, los cuáles establecen la eficiencia total del equipo.

En la siguiente tabla se explica un ejemplo de los tres indicadores del sistema de operación (véase la tabla No. 4-X). Los cálculos están basados en un día de producción de 24 horas, los datos presentados son una ejemplificación de cómo se calcula el indicador de eficiencia total.

Tabla 4-X.Eficiencia total del equipo.

Disponibilidad de equipos	Velocidad de producción	Calidad	Eficiencia total del equipo
<p>Un día de producción consiste en 24 horas</p> <p>Disponibilidad de equipos = 90 %</p> <p>Horas disponibles = 21.6 horas.</p>	<p>La velocidad promedio de producción considerando tiempos de descanso = 95 %</p> <p>Horas reales de producción descontando las pérdidas de velocidad de producción = 20.52 horas.</p>	<p>Considerando que se tiene un 99 % de calidad.</p> <p>Las horas efectivas de producción son = 20.32 horas.</p>	<p>La eficiencia total del equipo fue de = 84 %</p> <p>Las horas totales a máxima eficiencia fueron = 20.32</p> <p>Total de perdida del sistema = 3.68 horas.</p>

En la tabla anterior se presenta un ejemplo del cálculo del indicador de eficiencia total del equipo. Es importante destacar que para el ejemplo presentado la eficiencia total del equipo es de 84 %, perdiendo 16 % del tiempo total disponible para manufacturar productos.

En la siguiente tabla (véase la tabla No.4-XI) se presentará un resumen de los objetivos y alcances de la herramienta mantenimiento de la productividad total.

Tabla 4—XI. Mantenimiento de la productividad total.

Objetivo	Alcance	Campo de aplicación	Beneficios	Indicadores
Incrementar la eficiencia total del equipo.	Sistema de manufactura.	Estaciones de trabajo y centros de procesamiento.	Incremento del tiempo productivo.	Eficiencia total del equipo.  Capacidad de utilización.

#### 4.2.6 Cadena de proveedores

La administración de la cadena de proveedores es un tema vital para la productividad, ya que el costo de los componentes comprados resulta ser el rubro principal del precio del producto.

La administración de la cadena de proveedores incluye los siguientes componentes: 1) Evaluación de proveedores, y 2) Desarrollo de proveedores.

### Evaluación de proveedores

- El concepto de evaluación de proveedores inició junto con la necesidad de conocer el nivel o grado de confiabilidad de un proveedor, en términos de calidad y tiempos de entrega.
- Típicamente, la escala de evaluación de proveedores consta de tres escaños: proveedor certificado, proveedor aceptable y proveedor en desarrollo.
- El principal objetivo de la evaluación de proveedores es conocer las áreas de oportunidad, las cuáles son detectadas en base a un instrumento de evaluación que indica los requerimientos del cliente.

### Desarrollo de proveedores

- El concepto de desarrollo de proveedores es la consecuencia evidente de la evaluación de proveedores, en otras palabras; El desarrollo de proveedores es el conjunto de actividades que van encaminadas a asegurar que las áreas de oportunidad encontradas en la evaluación son atendidas y resueltas.
- El objetivo del desarrollo de proveedores es lograr que el proveedor tenga las menores áreas de oportunidad, pasando de ser proveedor en desarrollo a proveedor aceptable, posteriormente a ser un proveedor certificado.
- Es común encontrar una función organizacional enfocada al desarrollo de proveedores en la industria automotriz, siendo la principal justificación la necesidad de mantener una base de proveedores certificada en términos de calidad, tiempo de entrega y costo de los productos suministrados.

En la siguiente tabla (véase la tabla No. 4-XII) se presentará un resumen de los objetivos y alcances de la herramienta cadena de proveedores.

Tabla 4–XII. Cadena de proveedores.

Objetivo	Alcance	Campo de aplicación	Beneficios	Indicadores
Evaluación y desarrollo de proveedores.	Proveedores de materiales directos e indirectos.	Cadena de suministro.	Incremento en la confiabilidad de los proveedores, en términos de calidad y tiempo de entrega.	Nivel de calidad de los proveedores  Tiempo de respuesta y entregas a tiempo.

### 4.3 Tendencias de clase mundial

La teoría de la manufactura de clase mundial ofrece herramientas para la reducción de los sobre costos de producción, y son especialmente requeridos en el entorno dinámico y de alta competencia.

La manufactura de clase mundial debe ofrecer nuevos enfoques, que estén perfilados no solo a reducir los sobre costos sino a eliminarlos. Un ejemplo de esto puede ser la implementación de mecanismos a prueba de error, los cuáles no van encaminados a reducir los defectos de calidad, sino que están diseñados para tener cero defectos.

La tendencia fundamental de la manufactura de clase mundial es precisamente, la incorporación de nuevos enfoques para la eliminación de los sobre costos de producción, para lograr: 1) Liderazgo en costo, 2) Incremento de la productividad, y 3) Mejor posición competitiva.

#### **4.4 Limitaciones de la manufactura de clase mundial**

La manufactura de clase mundial se encuentra compuesta por herramientas de clase mundial, las cuáles están enfocadas a incrementar la productividad del sistema de operación, sin embargo ¿Qué herramienta de clase mundial se deberá implementar primero? y ¿Cuál después?

Los modelos de manufactura de clase mundial no ofrecen una respuesta concreta, por el contrario, éstos solamente definen las herramientas, sus usos y aplicaciones, pero no ofrecen una guía específica para determinar cuál de las herramientas podrá impactar en la productividad en cada caso.

Como hemos visto, la manufactura de clase mundial consiste en la aplicación de diversas técnicas de administración de la producción, sin embargo, no establece directrices para el trato del factor humano, considerando que el sistema de manufactura es operado por personas, éstas no son tomadas en cuenta.

En resumen, la manufactura de clase mundial tiene dos limitaciones importantes: 1) La selección de las herramientas más apropiadas en relación al impacto con la productividad, y 2) Considerar dentro del modelo de manufactura de clase mundial el factor humano.

#### **4.5 Conclusiones**

El en presente capítulo se han presentado seis herramientas de clase mundial: justo a tiempo (JIT), calidad total (TQM), teoría de restricciones (TOC), cambio rápido de dados (SMED), cadena de suministro (SCM), y mantenimiento de la productividad total (TPM). Se han presentado los objetivos, alcances y principales beneficios de cada una de las herramientas.

La manufactura de clase mundial presenta dos limitaciones fundamentales: 1) La selección o identificación de la herramienta de clase mundial que más impacto tiene en la productividad, y 2) La incorporación del factor humano dentro de su teoría.

La manufactura de clase mundial se encuentra situada en el ofrecimiento de herramientas para la reducción de los sobre costos de producción, no obstante, la principal tendencia es la incorporación de nuevos enfoques y herramientas para la eliminación de los sobre costos de producción, con esto lograr: 1) Liderazgo en costo, 2) Incremento de la productividad, y 3) Mejor posición competitiva.

#### 4.6 Referencias Bibliográficas

En el presente apartado se listarán las referencias bibliográficas ordenadas conforme se utilizaron en el capítulo.

- Black, J. (1998). *A World Class Production System: Best Manufacturing Practices*. USA: 1998, pp. 12.
- Goldratt Institute. Consultado en Junio 2004 en <http://www.goldratt.com/>.
- Hill, T. (1994). *Manufacturing Strategy: Text and Cases*. USA: Irwin, pp. 18.
- Rubrich, Y. y Watson, M. (2000). *World Class Manufacturing: A Bridge to your Manufacturing Survival*. USA: WCM Associates, pp. 31.
- Shingo, S. (1990). *A Study of the Toyota Production System*. USA: Productivity Press, USA 1990, pp. 69.



## 5 Planteamiento del Problema

El presente capítulo establece el planteamiento del problema, justificación de la investigación, viabilidad de la investigación, objetivos de investigación, las preguntas de investigación y las hipótesis de investigación. Al final de este capítulo se presenta un resumen de las variables de investigación que se usarán en la investigación de campo.

### 5.1 Planteamiento del problema

La administración de operaciones se encuentra identificada por dos modelos de pensamiento, los cuales se ubican como el estado del arte.

Cómo se mencionó anteriormente, el modelo de la administración de operaciones del Dr. Jacobs (Chase, R., Aquilano, N. y Jacob, R. 2001) establece que la organización debe identificar una relación entre las siguientes variables: plantas, partes, personas, procesos y planeación y control. Estas variables son el punto de partida de la aplicación de las herramientas de clase mundial, que tienen por objetivo incrementar la productividad de la organización.

Por su parte, el modelo de manufactura de clase mundial del Dr. Terence Hill (Hill, T. 1994) propone que es necesario hacer una interrelación entre la estrategia de manufactura y la estrategia de mercadotecnia. Las herramientas de clase mundial forman parte de la interrelación entre las dos estrategias, proporcionando diferentes mecanismos para elevar la productividad en el sistema de manufactura a fin de cumplir con las expectativas de la estrategia de mercadotecnia.

Los dos modelos de la administración de operaciones identifican que las herramientas de clase mundial son utilizadas dentro del sistema de manufactura, sin embargo, no se identifica una estrategia clara para identificar: 1) El impacto que tiene cada herramienta en la productividad, 2)Cuál de las herramientas

impacta en mayor medida la productividad, y 3) Cuáles herramientas se podrán implementar de manera conjunta para maximizar los efectos en la productividad.

### **5.1.1 Objetivos de investigación**

Los objetivos de investigación son tres y están estructurados de la siguiente forma: objetivo general y objetivos específicos de investigación.

Objetivo general de investigación

- O<sub>1</sub>. Determinar el impacto que tiene el uso de cada herramienta de clase mundial en la productividad.

Objetivos específicos de investigación

- O<sub>2</sub>. Identificar las herramientas de clase mundial que satisfacen en mayor medida el impacto en la productividad.
- O<sub>3</sub>. Identificar las herramientas de clase mundial que conjuntamente pueden ser implementadas, para maximizar el impacto en la productividad, con respecto al efecto que éstas tendrían en lo particular.

### **5.1.2 Preguntas de Investigación**

Las preguntas de investigación se encuentran estructuradas de la siguiente forma: pregunta central y preguntas específicas de investigación.

Pregunta central de investigación

- P<sub>1</sub>. ¿Cuál es el impacto que tiene el uso de cada herramienta de clase mundial en la productividad?

### Preguntas específicas de investigación

- P<sub>2</sub>. ¿Cuáles son las herramientas de clase mundial que satisfacen en mayor medida el impacto en la productividad?
- P<sub>3</sub>. ¿Cuáles son las herramientas de clase mundial que de manera conjunta pueden ser implementadas, para maximizar el impacto en la productividad con respecto al efecto que éstas tendrían en lo particular?

### **5.1.3 Justificación de la investigación**

La presente investigación está circunscrita al campo de la administración de operaciones, en específico, al uso de las herramientas de clase mundial, que a continuación se listan: 1) Administración total de calidad (TQM), 2) Cambio rápido de dados (SMED), justo a tiempo (JIT), 3) Teoría de restricciones (TOC), 4) Mantenimiento de la productividad total (TPM), y 5) Cadena de proveedores (SCM).

El uso de las herramientas de clase mundial está enfocado a incrementar la productividad en el sistema de manufactura de las empresas, no obstante, a pesar de existir modelos de administración de operaciones, donde se explicitan los conceptos de cada herramienta de clase mundial, no se cuantifican el impacto que éstas tienen en la productividad.

La productividad forma parte integrante de la estrategia genérica de competencia de liderazgo en costo, para ello, la organización define a través de la planeación estratégica los objetivos y metas que habrán de cumplirse, sin embargo, no se definen las herramientas de clase mundial que deben implementarse y la programación de la implantación de éstas, a fin de maximizar la productividad con los mínimos recursos asociados.

La propuesta fundamental de la presente investigación, es ofrecer dos aportaciones en el aspecto tanto teórico como práctico respectivamente:

1) Aportación teórica: Se identificará el impacto que cada herramienta de clase mundial tiene en la productividad, así como la selección de la (s) herramientas que tienen un impacto altamente significativo, y por último se identificarán aquellas herramientas que de manera conjunta pueden ser implementadas para maximizar el efecto en la productividad.

2) Aportación práctica: Se ofrecerá los resultados encontrados en esta investigación, para que el empresario utilice estos conocimientos y le ayuden a definir una estrategia de productividad fundamentada en hechos y datos, que le lleve soportar de una mejor manera su planeación estratégica.

#### **5.1.4 Viabilidad de la investigación**

La presente investigación tuvo una duración de cuatro años comprendidos de Enero del 2001 a septiembre del 2004, en los cuáles, el investigador realizó una revisión documental del estado del arte, documentando e integrando un cuerpo teórico de enfoques modales, y se plantearon las hipótesis pertinentes. Posteriormente, se realizó un estudio de campo en el cuál se buscará aceptar o rechazar la hipótesis de investigación.

La investigación tuvo a bien las siguientes etapas en su desarrollo:

- Estudio exhaustivo del tema de investigación, sus variables y la identificación del problema de investigación.
- Revisión a través de seminarios básicos e interdisciplinarios
- Revisiones parciales y finales por un cuerpo académico conformado por los miembros del jurado sinodal.
- Rigor estadístico y metodológico en el diseño de la investigación de campo.

### **5.1.5 Consecuencias de la Investigación**

La investigación rompe con algunos paradigmas establecidos, por ejemplo, cuando se aborda el problema de la falta de productividad y cómo se puede llegar a incrementarla, típicamente no se pone en tela de duda si las herramientas de clase mundial ayudan a la productividad o no, sin embargo hasta este momento no existen estudios que revelen el impacto de la productividad. Por esto, con los resultados de la presente investigación prueba que la aplicación de las herramientas tienen un impacto diferenciado, en otras palabras, existen herramientas que logran una mayor productividad y otras no, esto impactará tanto al campo del conocimiento como al campo práctico de negocios.

## **5.2 Hipótesis**

Las hipótesis están estructuradas en dos apartados: hipótesis de investigación e hipótesis nula. En los siguientes apartados se presentarán las hipótesis de la presente investigación.

### **5.2.1 Hipótesis de investigación**

- $H_0$ : El uso de cada herramienta de clase mundial tiene un impacto diferente en la productividad.

### **5.2.2 Hipótesis nula**

- $H_1$ : El uso de las herramientas de clase mundial tienen un igual impacto en la productividad.

### **5.2.3 Hipótesis complementarias**

- $H_a$ : Existen herramientas de clase mundial que satisfacen en mayor medida el impacto en la productividad.

- $H_6$ : La aplicación de manera conjunta de algunas de las herramientas de clase mundial pueden maximizar el efecto en la productividad, con respecto al efecto que cada una de ellas pueden tener en lo individual.

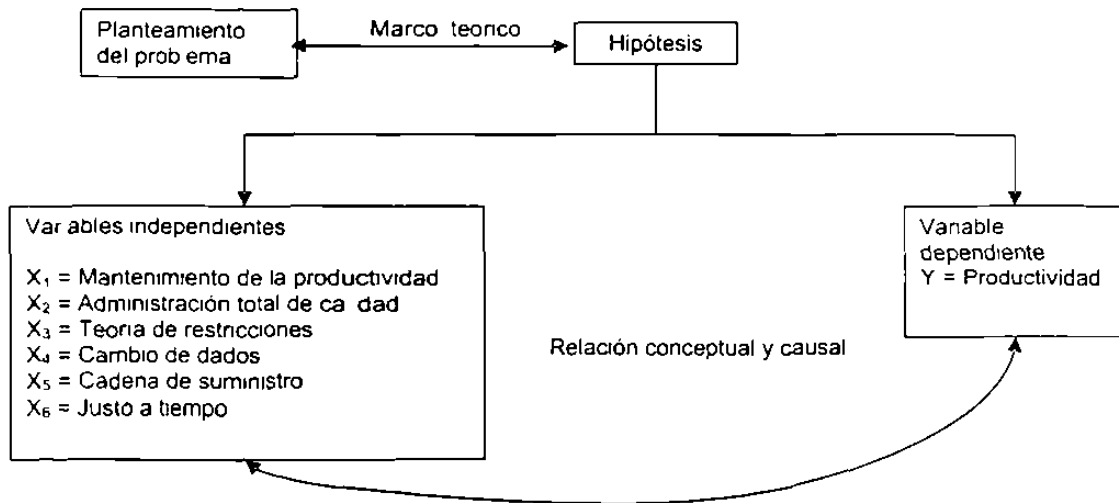
#### **5.2.4 Variables de investigación**

La investigación de campo analizará el efecto que tiene el uso de las herramientas de clase mundial (variables independientes) y su efecto en la productividad (variable dependiente). A continuación de listas las variables independientes y la variable dependiente.

- Variables independientes.
  - $X_1$  = Mantenimiento de la productividad total;
  - $X_2$  = Administración total de calidad;
  - $X_3$  = Teoría de restricciones;
  - $X_4$  = Cambio rápido de de datos;
  - $X_5$  = Cadena de suministro;
  - $X_6$  = Justo a tiempo.
- Variable dependiente.
  - $Y$  = Productividad.

En la siguiente figura (véase la figura No. 5-1) se presenta un esquema conceptual que establece las interrelaciones entre las variables independientes con la variable dependiente.

Figura 5-1. Esquema conceptual de investigación..



### 5.3 Conclusiones

El presente capítulo ha presentado los siguientes temas: 1) Planteamiento del problema, 2) Objetivos de la investigación, 3) Hipótesis de la investigación, y 4) Variables independientes y dependientes de la investigación.

Dentro del planteamiento del problema se han definido los objetivos de investigación, donde el objetivo central de investigación es:

- O<sub>1</sub>. Determinar el impacto que tiene el uso de cada herramienta de clase mundial en la productividad.

La pregunta central de investigación es:

- P<sub>1</sub>. ¿Cuál es el impacto que tiene el uso de cada herramienta de clase mundial en la productividad?

La investigación presenta su hipótesis nula:

- $H_0$ : El uso de cada herramienta de clase mundial tiene un impacto diferente en la productividad.

La hipótesis nula se puede disgregar en dos variables:

- Variables independientes: el uso de las herramientas de clase mundial.
- Variable dependiente: impacto en la productividad.

En la siguiente tabla (véase la tabla No. 5-1), se presenta la relación existente entre el objetivo central de la investigación, el planteamiento del problema, la hipótesis nula y las variables independientes y dependiente.

Tabla 5-1. Matriz de congruencia.

Objetivos	Planteamiento del Problema	Hipótesis	Variables
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>O_1</math>. Determinar el impacto que tiene el uso de cada herramienta de clase mundial en la productividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>P_1</math>. ¿Cuál es el impacto que tiene el uso de cada herramienta de clase mundial en la productividad?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>H_0</math>: El uso de cada herramienta de clase mundial tiene un impacto diferente en la productividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variables independientes : el uso de las herramientas de clase mundial.</li> <li>• Variable dependiente: impacto en la productividad.</li> </ul>



El siguiente capítulo presentará el diseño de la investigación de campo, el cuál contiene los elementos metodológicos de la investigación, tales como: 1) Diseño del instrumento de investigación de campo, 2) Cálculo de la validez de la encuesta, 3) Determinación del tamaño de la muestra, y 4) Caracterización de la población muestral.

#### **5.4 Referencias Bibliográficas**

##### Referencias bibliográficas

En el presente apartado se listarán las referencias bibliográficas ordenadas conforme se utilizaron en el capítulo.

- Chase, R., Aquilano, N. y Jacob, R. (2001). *Operations Management for Competitive Advantage*. USA: McGraw-Hill, pp. 7.
- Hill, T. (1994). *Manufacturing Strategy: Text and Cases*. USA: Irwin, pp. 18.

## **6 Diseño de la Investigación de Campo**

El presente capítulo describe la metodología de la investigación de campo, a través de los elementos de investigación: 1) Procedimientos de cálculo, 2) Selección de la muestra, 3) Características de la muestra, y 5) Recolección de datos. Al final del capítulo se presentan las conclusiones respecto a: el tipo de investigación, cálculo del tamaño de la muestra, validez del instrumento de investigación y las características de la muestra.

### **6.1 Procedimientos de cálculo**

La investigación de campo tiene como objetivo identificar el grado de impacto que tiene el uso de las herramientas de clase mundial en la productividad. En este sentido a continuación se exponen los siguientes aspectos de la investigación: 1) El carácter transeccional de la investigación, y 2) Los métodos de comprobación de las hipótesis, los cuales incluyen análisis descriptivos y de correlación causal.

#### **6.1.1 Estudio transeccional**

La investigación es de tipo transeccional debido a que se realiza en un periodo específico de tiempo. Para los fines de esta investigación el intervalo de tiempo considerado será de julio 2003 a enero 2004.

Para realizar el estudio transeccional se definió utilizar el mecanismo de encuesta como instrumento de recolección de datos, así como el uso de la metodología Lickert para traducir los elementos cualitativos de la encuesta en elementos cuantitativos.

La metodología Lickert establece una escala cualitativa que puede ser codificada en una escala cuantitativa, y de esta forma permitirá el poder analizar los datos utilizando la estadística tradicional y no paramétrica.

### **6.1.2 Estudio descriptivo**

Como se mencionó en el capítulo anterior, el planteamiento del problema establece una relación entre las variables independientes, es decir:  $X_1$  = mantenimiento de la productividad total,  $X_2$  = administración total de calidad,  $X_3$  = teoría de restricciones,  $X_4$  = cambio rápido de de datos,  $X_5$  = cadena de suministro, y  $X_6$  = justo a tiempo, y la variable dependiente: productividad.

Para analizar la relación entre estas variables, se procedió a utilizar los métodos de estadística descriptiva para poder analizar cada variable en lo particular.

Los estimadores estadísticos típicos que se utilizaron en este caso fueron: promedio aritmético, desviación estándar, varianza muestral, rango, coeficiente de varianza, sesgo, kurtosis, e intervalos de confianza.

### **6.1.3 Explicación correlacional – causal**

El planteamiento del problema no solamente requiere que se explique el efecto del uso de las herramientas de clase mundial en la productividad; Adicionalmente se requiere explicar el efecto existente en las interrelaciones de aplicación de una o más variables a la vez.

Los estimadores estadísticos típicos que se utilizaron por otra parte, con el propósito de ampliar la explicación correlacional – causal son: 1) Análisis de correlación de Pearson, 2) Análisis de varianza, 3) Regresión multivariada, y 4) Análisis de componentes principales.

## **6.2 Selección de la muestra**

El procedimiento de selección de la muestra se divide en las siguientes etapas: 1) Delimitación de la población bajo estudio, 2) Caracterización de la población y, 3) Cálculo del tamaño de la muestra. En los siguientes apartados se describirá cada uno de estos elementos.

### 6.2.1 Delimitación de la población bajo estudio

Las herramientas de clase mundial pueden ser aplicadas tanto en la industria de de servicios, como en la industria metalmecánica, para la presente investigación se seleccionó exclusivamente al sector de transformación industrial metalmecánica, y dentro de este segmento, se identificó solamente al subgrupo de las medianas y grandes empresas, siendo este subgrupo la población bajo estudio. La razón por la cuál se eligió este segmento industrial fué que en este de forma tradicional se utilizan las herramientas de clase mundial que están bajo estudio.

La población total de empresas en el Área Metropolitana de Monterrey son 736 (véase la tabla No. 6-1), de las cuáles, 326 se encuentran dentro del sector Automotriz e Industrial (Guía Roji, 2003), divididas por tamaño a saber en: 1) Pequeñas, 2) Medianas, y 3) Grandes

Tabla 6-1. Empresas ubicadas en el Área Metropolitana de Monterrey.

Sector industrial	Población										Gran Total
	Apodaca	Garza García	Gral. Escobedo	Guadalupe	Monterrey	Pesquería	San Nicolás	San Pedro Garza García	Santa Catarina	Villa de García	
Automotriz	4	3	4	2	18		5	2	6		44
Industrial	24	4	6	29	93	1	69	17	37	2	282
Alimentos	3		3	9	34		4	4	2		59
Comercio	2			1	40		3	6	1		53
Construcción	2			1	41		3	9	9	1	66
Editorial				1	4						5
Educación					7		2				9
Farmacéutico					6			2		1	9
Financiero					8			11			19
Servicios	4			3	53		5	29	3		97
Tabacos					1						1
Textil	1	2			6			3			12
Varios	4			6	43		12	8	7		80
<b>Gran Total</b>	<b>44</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>52</b>	<b>354</b>	<b>1</b>	<b>103</b>	<b>91</b>	<b>65</b>	<b>4</b>	<b>736</b>

La población bajo estudio corresponde al subgrupo de las empresas medianas y grandes (véase la tabla No. 6-II). La cantidad de empresas contenidas en este subgrupo son 124, localizadas en ocho Municipios del Área Metropolitana de Monterrey.

Tabla 6-II. Población bajo estudio.

Conteo por sector		Población								
Sector industrial	Tamaño	Apodaca	Garza García	Gral. Escobedo	Guadalupe	Monterrey	San Nicolás	San Pedro Garza García	Santa Catarina	Gran Total
Automotriz	Grande	2	2	1	1	1	3		1	11
	Mediana	1	1	1		2			3	8
Total Automotriz		3	3	2	1	3	3		4	19
Industrial	Grande	8	2	1	6	11	17	9	5	59
	Mediana	4		2	4	13	17	2	4	46
Total Industrial		12	2	3	10	24	34	11	9	105
Gran Total		15	5	5	11	27	37	11	13	124

### 6.2.2 Caracterización de la población

La población bajo estudio se encuentra dividida en empresas medianas y grandes, esta clasificación se encuentra basada en la cantidad del personal empleado ( Secretaría de Desarrollo Económico, 2003). En la siguiente tabla (véase la tabla No. 6-III) se encuentra la clasificación de las empresas de acuerdo a su tamaño.

Tabla 6–III. Clasificación de las empresas por tamaño.

Sector	Clasificación	Personal laborando
Transformación industrial	Micro	1 a 15 empleados
Transformación industrial	Pequeña	16 a 100 empleados
Transformación industrial	Mediana	101 a 250 empleados
Transformación industrial	Grande	Más de 250 empleados

### 6.2.3 Cálculo del tamaño de la muestra

El tamaño de la población bajo estudio es de 124 empresas, por lo tanto consideremos que la población es grande en congruencia con los cánones metodológicos estadísticos. A continuación (*Véase las ecuaciones No.6-I a IV y tabla 6-IV*) se mostrará el desarrollo matemático para el cálculo de la muestra.

*Ecuación 6–I. Media muestral.*

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

De donde :

$\bar{x}$  = Media muestral;

$x_i$  = Elemento de la muestra;

$n$  = Total de la muestra.

La ecuación anterior (*véase la ecuación No. 6-I*) ilustra la media muestral, ésta es usada para realizar inferencias estadísticas de la muestra respecto a la población.

*Ecuación 6–II. Varianza muestral.*

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

De donde :

$s^2$  = Varianza muestral.

La ecuación anterior (véase la ecuación No. 6-II) ilustra la desviación estándar muestral, ésta será usada para realizar inferencias estadísticas de la muestra respecto a la población.

Tabla 6-IV. Coeficientes de confianza.

(1- $\alpha$ )	$\alpha$	$\alpha/2$	$Z_{\alpha/2}$
0.90	0.10	0.050	1.645
0.95	0.05	0.025	1.96
0.98	0.02	0.010	2.33
0.99	0.01	0.005	2.58

La tabla anterior (véase la tabla No. 6-IV) ilustra los coeficientes de confianza sobre la base de una distribución normal estándar N[0,1], donde la media se centra en "0" y la desviación estándar equivale a "1". El intervalo de confianza definido para el cálculo de la muestra es de 95 %, manteniendo un 5 % de error distribuido en ambos extremos de la densidad de distribución.

Ecuación 6-III. Tamaño de la muestra en base a la media poblacional.

Parámetro :  $\mu$

$$\text{Tamaño de la muestra : } \frac{z_{\alpha/2}^2 \sigma^2}{B^2}$$

De donde :

$\sigma^2$  = Desviación estándar poblacional;

$B^2$  = Error de estimación;

$z_{\alpha/2}^2$  = Tipificación normal estándar dos colas.

La ecuación anterior (véase la ecuación No. 6-III) indica la fórmula para el cálculo de la muestra. Se utilizó el intervalo de confianza de 95 % para asegurar una mayor confiabilidad en el cálculo, sin embargo, el parámetro de la desviación estándar no es conocido. Por lo tanto, se utilizarán las probabilidades "p" y "q" para estimar el valor de la varianza poblacional ( $\sigma$ ).

Los valores "p" y "q" utilizados en la ecuación anterior son 16 % y 84 % respectivamente, estos valores fueron determinados en base a una encuesta que realizó la firma Industry Week (Serrano, J. 2001), con el objetivo de definir la frecuencia de uso de las herramientas de clase mundial en los países del Tratado de Libre Comercio de Norte América.

*Ecuación 6-IV. Cálculo del tamaño muestra.*

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 \sigma^2}{B^2} = \frac{1.96(\sigma^2)}{(0.10)^2} = \frac{1.96(\hat{p}\hat{q})}{(0.10)^2} = 1.96(0.16 * 0.84) = 26.34.$$

De donde :

n = Tamaño de la muestra;

p = Probabilidad a favor;

q = Probabilidad en contra.

Es conveniente destacar que el tamaño calculado de la muestra es igual a 27 (véase la ecuación No. 6-IV), no obstante, para lograr condiciones de normalidad, la muestra se incrementará a 30 elementos, bajo la consideración que al incrementar la muestra el error de estimación disminuye.

### **6.3 Características de la muestra**

El tamaño muestral calculado es de 30 elementos, sin embargo al realizar el procedimiento de entrevistas el número final de los elementos muestrales fué de 43. A continuación se presenta una tabla resumen de los datos generales de la muestra (véase la tabla No. 6-V).



Tabla 6–V. Datos generales de la muestra.

Características de la Muestra	
Categorías	Población Muestral
Cantidad de elementos muestrales	43
Rango	5
Valor mínimo de la escala	1
Valor máximo de la escala	5
Rango total observado	4

Se puede observar en la tabla anterior (véase la tabla No. 6-V) que el rango de la escala observado fué de 4, y el valor máximo de la escala es de 5, lo cuál indica que los sujetos tipo, utilizaron toda la escala para contestar cada cuestionamiento. Este efecto indica que el instrumento de recolección de datos es sensible a las respuestas de los sujetos tipo.

A continuación se presentará de forma gráfica las características de la muestra (véase las figura No.6-I a III).

Figura 6–I. Estratificación por giro industrial.



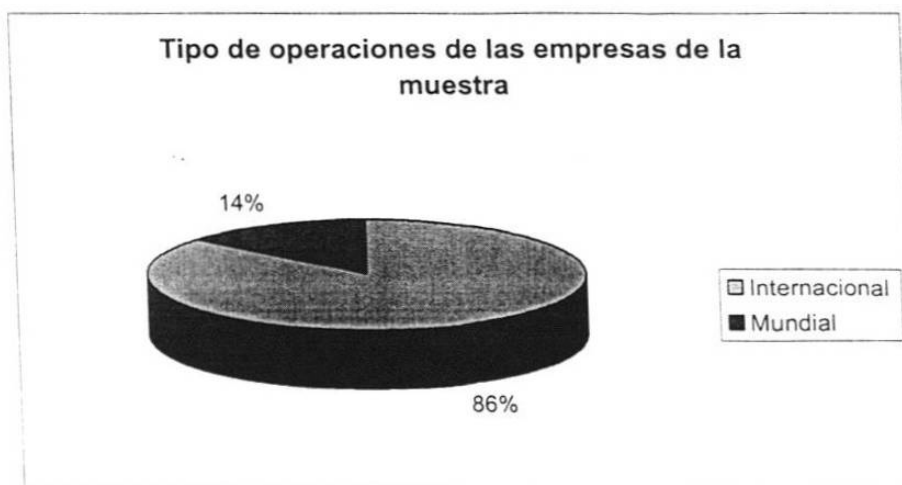
En la figura anterior (véase la figura No.6-I) se observa que la totalidad de las personas entrevistadas laboran en empresas del giro industrial manufacturero.

Figura 6–II. Estratificación por tamaño de las empresas.



En la figura anterior (véase la figura No.6-II) se observa que el 63 % de las empresas encuestadas son de tamaño mediano, mientras que el restante 37 % corresponde a las grandes empresas.

Figura 6–III. Estratificación por tipo de operación.



En la figura anterior (*véase la figura No.6-III*) se observa que el 86 % de las empresas encuestadas, mantienen operaciones dentro del continente americano, mientras que el restante 14 % mantiene un intercambio comercial con otros continentes.

#### **6.4 Recolección de datos**


Al principio del capítulo quedó establecido que el instrumento de recolección de datos sería la encuesta, en esta sección se explicarán los elementos utilizados para el diseño y validez del instrumento.

Los elementos fundamentales para la realización de la encuesta son: 1) Propuesta de la encuesta, 2) Validación conceptual de la encuesta, 3) Sujetos tipo, y 4) Cálculo de la validez del instrumento.

##### **6.4.1 Propuesta de la encuesta**

La encuesta es realizada para investigar sobre los cuestionamientos presentados en el planteamiento del problema, a saber: se requiere conocer si la utilización de las herramientas de clase mundial tienen un impacto diferenciado en la productividad, por otra parte, se requiere conocer cuáles de ellas se pueden integrar conjuntamente en un sistema de administración de operaciones para la alineación de esfuerzos hacia la productividad. En la siguiente figura (*véase la figura No.6-IV*) se presenta la propuesta inicial del instrumento de recolección de datos.

Figura 6–IV. Propuesta de encuesta.



Facultad de Contaduría Pública y Administración  
 Doctorado en Filosofía con Especialidad en Administración  
 Encuesta Sobre la Aplicación de Herramientas de Clase Mundial

**Información General de la Empresa**

Nombre \_\_\_\_\_ Nivel \_\_\_\_\_ Área \_\_\_\_\_  
 Teléfono \_\_\_\_\_ Empresa \_\_\_\_\_ Tamaño \_\_\_\_\_  
 Giro \_\_\_\_\_ Producto principal \_\_\_\_\_ Procedencia \_\_\_\_\_

**Uso y Aplicación de las Herramientas de Clase Mundial**

Existencia o no del Programa		No se ha aplicado aún 0%	Hay una iniciativa para implementarse 25%	Hay un programa definido 50%	Liderazgo enfocado al resultado 75%	Ya es un sistema de operación 100%	¿Cuánto ha aumentado la productividad con estos programas?
TQM (Admon. de la Calidad Total)	X <sub>1</sub>						0%
SCM (Cadena de Proveedores)	X <sub>2</sub>						25%
JIT (Justo a Tiempo)	X <sub>3</sub>						50%
SMED (Cambios Rápidos)	X <sub>4</sub>						75%
TOC (Teoría de restricciones)	X <sub>5</sub>						100%
TPM (Mito de la Productividad Total)	X <sub>6</sub>						

**Implementación de las Herramientas de Clase Mundial**

En Base a su experiencia ¿Cuál es la secuencia de implementación que resulte en una mayor productividad?	Ordene de Menor a Mayor	ENCUESTA DE MANUFACTURA DE CLASE MUNDIAL
TQM (Admon. de la Calidad Total)	X <sub>7</sub>	Esta encuesta es un estudio formal doctoral en administración de operaciones, donde su objetivo es identificar, conocer y explicar las herramientas de clase mundial, que las empresas del área metropolitana de Monterrey utiliza. La información será tratada de forma confidencial. Si está interesado en participar en la investigación por favor contactar a: Jesus Cruz Email: 754630@exatec.fesm.mx
SCM (Cadena de Proveedores)	X <sub>8</sub>	
JIT (Justo a Tiempo)	X <sub>9</sub>	
SMED (Cambios Rápidos)	X <sub>10</sub>	
TOC (Teoría de restricciones)	X <sub>11</sub>	
TPM (Mito de la Productividad Total)	X <sub>12</sub>	

La encuesta contiene tres secciones: 1) Datos generales: en esta sección se anotan los datos de la persona encuestada, así como, los datos de la empresa. 2) Uso y aplicación de las herramientas de clase mundial: en esta sección se cuestiona respecto al grado de implementación de las herramientas y su impacto en la productividad. 3) Secuencia de implementación de las herramientas: en esta sección se le pide al encuestado que ordene de forma lógica, el uso de las herramientas para su implementación.

#### 6.4.2 Validación conceptual de la encuesta

El proceso de validación conceptual de la encuesta está dividido en tres apartados: 1) Aplicación de la encuesta en sujetos tipo similares, 2) Retroalimentación, y 3) Incorporación de los cambios en una segunda revisión de la encuesta.

El sujeto tipo similar de la encuesta se describe bajo las siguientes características: profesionalista nivel jefatura y ocupa puestos en las áreas de calidad, producción, logística o ingeniería.

Después de aplicar el instrumento de recolección de datos a los sujetos tipo similares, se lograron tres recomendaciones: 1) Formato vertical en lugar de horizontal, 2) La estructura correlacional de la encuesta es complicada y, 3) Cambiar el tipo de escala.

Las observaciones fueron incluidas en el instrumento de investigación final, incluyendo un cambio de escala, donde originalmente se usaba de tipo gradiente, se cambió a una escala tipo Lickert (*véase la figura No.6-V*).

Figura 6-V. Encuesta final.

**Facultad de Contaduría Pública y Administración**  
 Doctorado en Filosofía con Especialidad en Administración  
 Encuesta Sobre la Aplicación de Herramientas de Clase Mundial

**I. Información General de la Empresa (Marque con una "X" en cada Espacio)**

Empresa _____	Tamaño	<input type="checkbox"/>	0 a 30	Giro	<input type="checkbox"/>	Manufactura
Telefono _____		<input type="checkbox"/>	31 a 100		<input type="checkbox"/>	Servicios
Producto Pncipal _____		<input type="checkbox"/>	101 a 500	Operación	<input type="checkbox"/>	Nacional
		<input type="checkbox"/>	+500		<input type="checkbox"/>	Internacional
					<input type="checkbox"/>	Mundial
Contacto _____	Nivel	<input type="checkbox"/>	Supervisión	Área	<input type="checkbox"/>	Calidad
Telefono _____		<input type="checkbox"/>	Jefatura		<input type="checkbox"/>	Manufactura
		<input type="checkbox"/>	Gerencia		<input type="checkbox"/>	Producción
		<input type="checkbox"/>	Dirección		<input type="checkbox"/>	Ingeniería
					<input type="checkbox"/>	Comercial
					<input type="checkbox"/>	Logística
					<input type="checkbox"/>	Desarrollo Humano

**II. Uso y Aplicación de Herramientas de Manufactura de Clase Mundial**

**Indicaciones**

A continuación se listan las herramientas de Clase mundial que tienen un mayor impacto en las organizaciones. En cada caso determine la importancia que su empresa le ha dado a cada programa.

Respuestas	
1	Muy importante
2	Importante
3	Neutral
4	Poco importante
5	No importante

II.1	En su empresa, tienen programas de: <b>Administración de la Calidad Total "TQM: Total Quality Management"</b>	
II.2	En su empresa, tienen programas para la <b>Administración de la Cadena de Proveedores "Supply Chain Management"</b>	
II.3	En su empresa, tienen programas de: <b>Justo a Tiempo "JIT"</b>	
II.4	En su empresa tienen programas para eliminar el tiempo muerto entre cambios de trabajo <b>"SMED", "Single Minute Exchange of Diece"</b> .	
II.5	En su empresa aplican conceptos de <b>Teoría de Restricciones "TOC"</b>	
II.6	En su empresa tienen programas para la productividad como: <b>Mantenimiento Productivo Total "TPM"</b> .	
II.7	Su empresa ha implementado otra herramienta: _____	
II.8	En terminos generales la aplicación de estas herramientas en su empresa, cuánto se ha aumentado en la productividad	

**II. Desde su punto de vista cuál es el orden lógico de implementación de las herramientas de clase mundial: 1 "la Primera", 2 "la Segunda", así sucesivamente**

<input type="checkbox"/>	TQM (Admón. de la Calidad Total)	<input type="checkbox"/>	SMED (Cambios Rápidos)
<input type="checkbox"/>	SCM Cadena de Proveedores)	<input type="checkbox"/>	TOC (Teoría de restricciones)
<input type="checkbox"/>	JIT (Justo a Tiempo)	<input type="checkbox"/>	TPM (Mtto.de la Productividad Total)
<input type="checkbox"/>	Otra _____	<input type="checkbox"/>	Otra _____

La encuesta final está compuesta de tres secciones: 1) Datos generales, 2) Impacto en la productividad, y 3) Secuencia de implementación de las herramientas.

1) Datos generales: en esta sección el encuestador pregunta información general de la persona que se entrevista tanto de la empresa, por ejemplo: Nombre de la persona entrevistada y puesto, nombre de la empresa, cantidad de empleados, el nivel de operación, nacional, internacional (continente americano) o mundial (intercambio comercial con otros continentes), giro del negocio y producto principal.

2) Impacto en la productividad: en esta sección se le pide a la persona entrevistada que indique las herramientas de clase mundial que en la empresa se están implementando, además de cuantificar el impacto en la productividad.

3) Secuencia de implementación de las herramientas: en esta sección se le pide al entrevistado que ordene de forma lógica, el uso de las herramientas para su implementación.

### **6.4.3 Sujetos tipo**

El planteamiento del problema contiene preguntas muy específicas, las cuáles habrán de hacerse a las personas correctas. El perfil del sujeto tipo se caracteriza por laborar en la industria Metal Mecánico, ocupando un puesto directamente relacionado con el área de producción de la empresa; Normalmente los puestos que él sujeto tipo ocupa son: Superintendente o Gerencia de calidad, producción, ingeniería o logística. El sujeto tipo cuenta con escolaridad mínima a nivel licenciatura y lleva laborando más de 6 meses en la empresa actual.

Las consideraciones anteriormente mencionadas, tienen la finalidad de estandarizar la aplicación de instrumento de recolección de datos en sujetos tipo similares, esto coadyuvará para la reducción de la dispersión en las respuestas de los encuestados.

#### 6.4.4 Cálculo de la validez del instrumento

El cálculo de la validez del instrumento es la clave principal para determinar si los resultados extraídos de él serán confiables.

Existen diversos procedimientos para el cálculo de la validez de los instrumentos de recolección de datos, entre los principales se pueden señalar: 1) El alfa de Cronbach, y 2) La estandarización de los coeficientes de variación.

##### 6.4.4.1 Alfa de Cronbach

El alfa de Cronbach (Hernandez, R. y Fernández, C. 1998). es un procedimiento estadístico no paramétrico, donde su coeficiente oscila entre  $0 < \text{Alfa} < 1$ , Alfas mayores a 0.80 son consideradas como aceptables. A continuación se presenta la fórmula para el cálculo del coeficiente de Cronbach (véase la ecuación No.6-V y tabla No. VI y VII), posteriormente se mostrará el proceso de sustitución y cálculo.

*Ecuación 6–V. Coeficiente de Cronbach.*

$$\alpha = \frac{N\bar{p}}{1 + \bar{p}(N - 1)}$$

De donde :

$\alpha$  = Alfa de Cronbach;

$N$  = Número de Items;

$\bar{p}$  = Promedio de las correlaciones.

$$\bar{p} = \frac{\sum p}{Np}, \text{ De donde :}$$

$p$  = Correlación del item i.



Tabla 6–VI. Matriz de correlación de ítems.

<b>Matriz de correlación de máximos pares Procedimiento usando Rho de Pearson</b>					
	1	2	3	4	5
2	0.394	-	-	-	-
3	<b>0.507</b>	0.58	-	-	-
4	<b>0.553</b>	<b>0.44</b>	0.696	-	-
5	<b>0.469</b>	<b>0.12</b>	<b>0.59</b>	0.592	-
6	<b>0/560</b>	<b>0.75</b>	<b>0.586</b>	<b>0.617</b>	0.29

En la tabla anterior (véase la tabla No. VI) se muestran las correlaciones para los pares máximos de los ítems de la encuesta. Puede observarse que existen unos espacios vacíos y repetidos, estos habrán de eliminarse a fin de utilizar exclusivamente las correlaciones naturales entre los pares máximos.

Tabla 6–VII. Cálculo de Alfa de Cronbach.

<b>Sustitución de fórmula</b>	
Promedio de correlaciones	0.5149
N	6
(N-1)	5
Alfa de Cronbach	0.8643
<b>Resultado</b>	<b>Aceptable</b>

El procedimiento del Alfa de Cronbach utiliza el promedio de las correlaciones y resta un grado de libertad al total de ítems de la encuesta. Como se puede observar en la tabla anterior (véase la tabla No. VII), el coeficiente Alfa es igual a 0.86, lo cual se interpreta como aceptable y se considera el instrumento de recolección de datos como confiable.

6.4.4.2 Estandarización de coeficientes de variación

El procedimiento de estandarización de coeficientes de variación, se basa en el método de variación máxima, en el cuál se identifica la variación de cada componente respecto a su media y se compara respecto a los demás ítems.

El instrumento de recolección de datos es considerado como estandarizado siempre y cuando la variación máxima de cada componente respecto a los demás no sea mayor al 20 %. A continuación se presenta la fórmula para el cálculo del coeficiente de variación y el procedimiento de cálculo ocupado para el caso (véase la ecuación No.6-VI y tabla No.6-VIII).

*Ecuación 6–VI. Coeficiente de variación.*

$$CV = \frac{S}{\bar{X}}$$

De donde :

CV = Coeficiente de variación;

S = Desviación estándar muestral;

X = Promedio del item i.

*Tabla 6–VIII. Cálculo de coeficientes de variación.*

Coeficientes de variación						
Elemento	1	2	3	4	5	6
Promedio	1.56	1.88	2.26	2.49	2.70	2.09
Desviación estándar	0.93	0.96	1.24	1.28	1.30	1.09
Coeficiente de variación	0.60	0.51	0.55	0.51	0.48	0.52
Variación relativa	15%	8%	6%	6%	8%	15%
Interpretación	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

En la tabla anterior (véase la tabla No. V-III) se muestran los cálculos para cada elemento de la encuesta. Es necesario destacar que la variación máxima del instrumento es de 15 %, lo cual no sobre pasa el límite crítico del 20 %, por lo tanto se considera que el instrumento es aceptable para su uso.

## **6.5 Conclusiones**

El presente capítulo han presentado los siguientes temas: 1) Selección de la muestra, 2) Recolección de datos, y 3) Caracterización de la muestra.

Tipo de investigación: se ha definido que la investigación es transeccional, descriptiva y correlacional – causal. Los métodos de análisis estadísticos acordes a este tipo de investigación serán presentados en el siguiente capítulo.

Cálculo de la población muestral: el cálculo de la muestra utilizó el procedimiento de la desviación estándar poblacional, con la aproximación de las probabilidades “p” y “q”, además de un intervalo de confianza al 95 % y error de estimación menor al 10 %.

Tamaño de la muestra: el tamaño de la muestra fue de 27 empresas, sin embargo, para lograr las mínimas condiciones de normalidad se estableció el número final en 30 elementos muestrales. Al final del periodo de aplicación de la encuesta se lograron 43 elementos muestrales, lo cual, hace que el error de estimación disminuya y la confiabilidad aumente.

Validez del instrumento de investigación: se utilizaron dos procedimientos para el cálculo de la validez del instrumento de recolección de datos: 1) El alfa de Cronbach, y 2) Estandarización de coeficientes de variación. En ambos modelos el resultado del instrumento de recolección de datos fue aceptable, hecho por el cual, la información recabada se considera como válida.

Características de la muestra: los elementos muestrales corresponden en su totalidad al giro de transformación industrial, donde el 14 % de las empresas encuestadas, mantienen operaciones en el ámbito internacional y el 63 % son medianas empresas.

## 6.6 Referencias Bibliográficas

- Guía Roji. Consultado en Agosto 2003 en <http://www.guiaroji.com>.
- Hernandez, R. y Fernández, C. (1998). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Secretaría de Desarrollo Económico de México. Consultado en Junio 2004 en <http://www.economia.gob.mx/>.
- Serrano, J. (2001). *Manufactura*. 7(70), pp. 76-91.