

01128  
35



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS APLICADO A LA  
PROBLEMÁTICA DE MPyMEs MANUFACTURERAS  
MEXICANAS**

**TESIS**

que para obtener el título de  
**INGENIERA INDUSTRIAL**  
**MÓDULO DE PRODUCCIÓN**  
presenta:

**Martha Vanessa Velasco Saldaña**

Director de Tesis: M.I. Eugenio López Ortega

México, D. F. Mayo de 2003

... en formato electrónico e impr.  
de mi trabajo recepción.  
e. Martha Vanessa Velasco  
Saldana  
M. de Mayo de 2003

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

A



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

*A mis padres*

## **Agradecimientos**

*A mis padres América Saldaña Ruíz y Ernesto Velasco Belmont por la libertad de elegir que me han dado, por su apoyo constante, por todo el cariño y amor que me han servido para alcanzar mis sueños.*

*A mi hermano Erik Velasco por su compañía y por darme siempre un motivo para hacer las cosas bien.*

*A mis amigos por que nunca dejan de animarme, porque siempre tienen un consejo para mí, por escucharme siempre que lo necesito y por hacerme sonreír hasta en mis peores días.*

*A mi pareja por compartir su tiempo y sobre todo por su inmenso amor.*

*A mi Director de tesis M.I. Eugenio López Ortega y al M.I. Tomás Bautista Godínez por sus contribuciones y asesorías en este trabajo.*

# **Análisis de conglomerados aplicado a la problemática de MPyMEs manufactureras mexicanas**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

D

# ÍNDICE

	<b>Introducción</b>	iii
<b>1.</b>	<b>Micro, Pequeñas y Medianas Empresas: un panorama general</b>	<b>1</b>
1.1	Definición de las MPyMEs	2
1.1.1	Clasificación de las MPyMEs	2
1.2	Situación actual de las MPyMEs	3
1.3	Sector Manufacturero	5
1.3.1	Estructura del sector manufacturero	5
1.3.2	Situación actual del sector manufacturero	6
1.3.3	Subsectores de las MPyMEs del sector manufacturero	10
1.3.4	Principales ramas industriales de las MPyMEs del sector manufacturero	12
1.3.5	Distribución regional de las MPyMEs del sector manufacturero	13
1.4	Problemática de las MPyMEs manufactureras	15
<b>2.</b>	<b>Problemas de los sistemas de producción de las MPyMEs a partir de la información COMPITE</b>	<b>19</b>
2.1	COMPITE	20
2.2	Taller COMPITE de Reingeniería de Procesos	21
2.2.1	Metodología del Taller COMPITE de Reingeniería de Procesos	22
2.3	Sistema de información (Base de datos)	26
2.3.1	Recopilación de información	26
2.3.2	Composición de las MPyMEs intervenidas por el TCRP	26
2.3.3	Indicadores de desempeño del TCRP	29
2.3.4	Categorización de los desperdicios	31
2.3.5	Registro de los problemas	34
2.4	Análisis exploratorio de los problemas en los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras	35
2.4.1	Distribución del número de problemas de las MPyMEs	35
2.4.2	Distribución de frecuencias de los problemas de las MPyMEs	36
2.4.3	Análisis de Pareto de los problemas de las MPyMEs	41
<b>3.</b>	<b>Generalidades del Análisis de Conglomerados</b>	<b>43</b>
3.1	Análisis multivariante	44
3.1.1	Clasificación de los métodos multivariantes	45
3.2	Análisis de conglomerados	46
3.2.1	Selección de variables y exploración inicial de los datos	47
3.2.2	Supuestos del análisis de conglomerados	48
3.2.3	Medidas de proximidad	49
3.2.4	Algoritmos para la obtención de conglomerados	53
3.2.5	Elección del número de conglomerados	58
3.2.6	Validación e interpretación de los conglomerados resultantes	59
<b>4.</b>	<b>Metodología para obtener conglomerados de la problemática de las MPyMEs manufactureras</b>	<b>61</b>
4.1	Objetivo de la investigación	63
4.2	Diseño de la investigación	63
4.2.1	Selección de variables	63
4.2.2	Datos ausentes	63
4.2.3	Datos atípicos y estandarización de los datos	64
4.3	Organización de los datos	64
4.4	Supuestos del análisis de conglomerados	66
4.4.1	Representatividad de la muestra	66

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

4.4.2	Multicolinealidad	67
4.5	Selección de medida de proximidad	67
4.6	Selección del algoritmo para la obtención de conglomerados	68
4.7	Selección del número de conglomerados	71
4.8	Validación de la solución de los conglomerados	78
4.8.1	Validación utilizando el método de enlace completo	78
4.8.2	Validación utilizando el método de enlace promedio	79
<b>5.</b>	<b>Conglomerados de la problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras</b>	<b>81</b>
5.1	Conglomerados de la estructura de solución	82
5.2	Distribución de frecuencias de la problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras	84
5.3	Problemática de las MPyMEs manufactureras según rama industrial y entidad federativa	86
<b>6.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>89</b>
6.1	Posibles fuentes de incertidumbre	91
6.2	Posibles líneas de investigación	92
	<b>Anexos</b>	<b>93</b>
Anexo A	Estratificación de las MPyMEs	94
Anexo B	Estructura del sector manufacturero	96
Anexo C	Matriz de coincidencias y matriz de proximidades de los problemas	105
Anexo D	Métodos alternativos del AC para validar la estructura subyacente obtenida de la problemática operativa de las MPyMEs	107
Anexo E	Problemática de las MPyMEs manufactureras según rama industrial y entidad federativa	119
	<b>Bibliografía</b>	<b>123</b>

## Introducción



Una de las preocupaciones actuales en México, es el hecho de que las micro, pequeñas y medianas empresas (MPyMEs) del sector manufacturero, pese a los beneficios que aportan a la economía del país, confrontan problemas que impiden desarrollar su potencial. Por ello, el interés de fomentar y promover apoyos para la consolidación y fortalecimiento, incrementando la productividad y competitividad, de las MPyMEs.

Sin embargo, la mayoría de las políticas y programas industriales de fomento a las MPyMEs no han tenido muy buenos resultados. Esto se debe en parte a la falta y/o inapropiado enfoque de los esfuerzos a identificar necesidades concretas, ya que una visión general corre el riesgo de plantear soluciones que se pierdan en las diferencias que las empresas tienen por entidad federativa, por rama industrial, etc.

El Comité Nacional de Innovación Tecnológica A.C. (COMPITE), organismo privado sin fines de lucro que promueve la productividad, la inducción de procesos de calidad y de responsabilidad social al sistema productivo de México, ha recabado información de los problemas de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras mexicanas a través del Taller Compite de Reingeniería de Procesos (TCRP).

La diversidad de problemas, identificados en las empresas intervenidas por el taller, ha conducido a la realización del presente trabajo, cuyo objetivo es analizar el comportamiento de la problemática de los sistemas de producción que aqueja a las MPyMEs manufactureras asesoradas por el TCRP. De esta manera, se pueden identificar las necesidades concretas de las MPyMEs del sector manufacturero intervenidas por el taller.

Para caracterizar los problemas del área de producción detectados en las empresas asesoradas por el taller en una estructura manejable, se emplea el análisis de conglomerados. Este método de análisis multivariante de interdependencia permite identificar la estructura subyacente de la problemática de las MPyMEs manufactureras, clasificando los problemas de acuerdo con su similitud en una serie de conglomerados, lo que a su vez permite la simplificación e identificación de relación de los problemas.

Este trabajo se encuentra dividido en cinco capítulos, precedido por una introducción. El primer capítulo, titulado "Micro, pequeña y mediana empresa: un panorama general", engloba la situación actual de las MPyMEs manufactureras mexicanas, con el objetivo de mostrar la importancia de fomentar y estimular el desarrollo de las MPyMEs manufactureras, así como ubicar al lector en un contexto general. Se describe brevemente la situación de las MPyMEs manufactureras frente a las del sector comercio y las del sector servicios. Se puntualizan los conceptos generales del sector manufacturero, definición y estructura: subsector, rama y clase de actividad económica, acordes al esquema establecido por la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP) y el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). También, se analiza la situación del sector manufacturero de acuerdo con algunos descriptores, tales como el número de establecimientos, personal ocupado, y de acuerdo con la estructura del sector manufacturero, el tamaño y la localización geográfica de las empresas pertenecientes al sector. Finalmente, se expone la problemática general que ha sido identificada en las MPyMEs manufactureras por diversas investigaciones.

El segundo capítulo, denominado "Problemas de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras a partir de la información COMPITE", tiene como objetivo mostrar las características de la información a analizar: procedencia, estructuración y composición. La experiencia del Taller Compite de Reingeniería de Procesos aplicado principalmente a las MPyMEs manufactureras por el Comité Nacional de Innovación Tecnológica permitió conocer los problemas de los sistemas de producción de las empresas intervenidas, los cuales fueron clasificados en 36 categorías y registrados en un sistema de información (base de datos). Con esta base de datos se analizan los problemas que afectan las

MPyMEs según diferentes estratos, tales como tamaño, rama industrial, entidad federativa, etc.

El tercer capítulo se titula "Generalidades del análisis de conglomerados", expone un panorama general del método multivariante de interdependencia denominado análisis de conglomerados. Este método es utilizado para estudiar el comportamiento de los problemas operativos en empresas manufactureras. Se describen los principales conceptos del método: similitud entre los objetos o variables, formación de conglomerados y elección de los conglomerados adecuados al estudio.

El cuarto capítulo, titulado "Metodología para obtener conglomerados de la problemática de las MPyMEs manufactureras", explica los pasos a seguir y los puntos esenciales de la metodología utilizada en este trabajo. Esta metodología se inicia definiendo el objetivo de la investigación, a continuación se diseña la investigación, se organizan los datos a analizar, se discuten los supuestos del análisis de conglomerados, se selecciona la medida de proximidad, así como el algoritmo para la formación de conglomerados, se define el número de conglomerados a formar y, finalmente, se valida la estructura de solución integrada por los conglomerados resultantes.

El quinto capítulo, denominado "Conglomerados de la problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras" analiza la estructura de solución obtenida por la aplicación del análisis de conglomerados. Se interpretan y explican los conglomerados resultantes, se analiza la distribución de frecuencias de la problemática y, finalmente, se estudia la problemática operativa de las MPyMEs manufactureras según rama industrial y entidad federativa.

En el sexto capítulo, "Conclusiones", se discuten los resultados obtenidos, la incertidumbre de la información en estudio, y se proponen algunas posibles líneas de investigación para mejorar el análisis de la problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras mexicanas.

Por último, cabe mencionar que este trabajo se desarrolló en mi estancia como becario del Instituto de Ingeniería y como participante del proyecto de la Coordinación de Ingeniería de Sistemas del II-UNAM denominado "Problemática y mejora operativa de la micro, pequeña y mediana industria en México. La experiencia de COMPITE".

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# PAGINACIÓN DISCONTINUA

# **1. Micro, Pequeñas y Medianas Empresas: un panorama general**

En este capítulo se analizan algunos aspectos referentes a la situación que presentan las micro, pequeñas y medianas empresas (MPyMEs) en México, mostrando la necesidad e importancia de fomentar y estimular el desarrollo de las MPyMEs del sector manufacturero, destacando su participación en la construcción de un aparato productivo integrado y competitivo.

La actividad de las MPyMEs del sector manufacturero ha tenido un papel importante en el desarrollo económico y social de nuestro país. Representa un factor en la generación y distribución de riqueza, el trabajo productivo con valor económico en el mercado se puede dar eficazmente en las MPyMEs; originando la creación de empleo y favoreciendo una estructura económica más flexible y competitiva.

## 1.1 Definición de las MPyMEs

Una unidad económica puede producir o proporcionar los bienes y servicios en una o varias ubicaciones físicas o domicilios. A cada uno de los domicilios o ubicaciones físicas en donde ésta opera se les denomina "establecimientos", y al establecimiento o conjunto de ellos pertenecientes a una misma razón social se le llama "empresa". Por ejemplo, una sola razón social puede ser la entidad de un restaurante o de una cadena de restaurantes; de una panadería o de la panadería y sus expendios.

Los elementos necesarios para definir a las unidades económicas tipo establecimiento y tipo empresa contemplan:

- La realización de actividades económicas, el conjunto de acciones implicadas en la producción de sus bienes y servicios.
- La entidad propietaria, la cual controla las funciones necesarias para realizar su producción.
- La ubicación física, que puede ser una sola o más de una.

Frecuentemente, cuando se habla de las MPyMEs no se hace distinción entre los términos de establecimiento y empresa por cuestiones prácticas; en la presente investigación tampoco se hará tal distinción, y se define de la siguiente manera:

la unidad económica asentada de manera permanente, delimitada por construcciones e instalaciones fijas [y estratificadas en micro, pequeña y mediana de acuerdo con el número de personas ocupadas] que combina acciones y recursos bajo el control de una sola entidad propietaria o controladora, para realizar actividades de producción de bienes o compraventa de mercancías o prestación de servicios, sea con fines mercantiles o no.<sup>1</sup>

### 1.1.1 Clasificación de las MPyMEs

Una unidad económica puede ser definida en varios niveles de acuerdo con su tamaño. Existen diversos parámetros para clasificar la micro, pequeña y mediana empresa, parámetros basados en el promedio de ventas anuales, los activos fijos, el número de empleados, etc.

---

<sup>1</sup> México, Instituto Nacional Estadística, Geografía e Informática. *Estratificación de los Establecimientos. Micro, Mediana y Gran Empresa, censos económicos 1999*, México, D. F., INEGI, 1999, p. 15.

En este estudio, dicha clasificación se establece con base en el "Acuerdo de estratificación de empresas micro, pequeñas y medianas", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de marzo de 1999, en función al sector económico y el número de empleados (tabla 1.1). Sin embargo, el 30 de diciembre de 2002 fue publicada la "Ley para el desarrollo de la competitividad de la micro, pequeña y mediana empresa" en el Diario Oficial de la Federación, la cual establece una nueva estratificación de las empresas (anexo A).

**Tabla 1.1 Estratificación de empresas por tamaño**

SECTOR TAMAÑO	MANUFACTURAS	COMERCIO	SERVICIOS
Micro	0-30	0-5	0-20
Pequeña	31-100	6-20	21-50
Mediana	101-500	21-100	51-100
Grande	501 en adelante	101 en adelante	101 en adelante

Fuente: Diario Oficial de la Federación, 30 de marzo de 1999.

El personal ocupado dentro de una empresa son "aquellas personas que trabajan en el establecimiento, cubriendo como mínimo una tercera parte de la jornada laboral diaria, ya sea de planta o de manera eventual, recibiendo un sueldo o salario, así como aquellas personas que trabajan fuera del establecimiento, dependiendo laboral y legalmente de él."<sup>2</sup>

## 1.2 Situación actual de las MPyMEs

De acuerdo con los censos económicos de 1999 realizados por el INEGI, se reporta que el 96% de la industria nacional lo forma la micro industria, el 3% la pequeña, el 0.8% la mediana y el 0.2% la grande. Si se considera el total de establecimientos de cada sector, el porcentaje de participación de las unidades productivas estratificadas por tamaño de cada uno de los sectores es similar al comportamiento de la industria nacional (tabla 1.2).

**Tabla 1.2 Establecimientos de la industria por tamaño y sector**

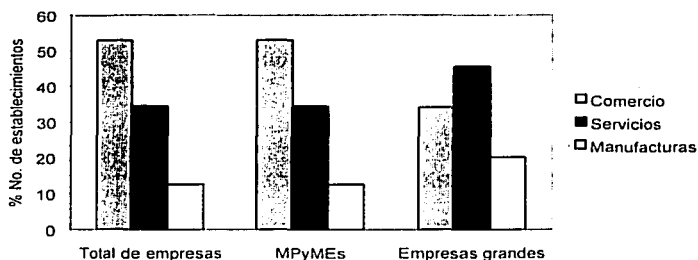
TAMAÑO	TOTAL					COMERCIO		SERVICIOS		MANUFACTURAS	
	Establecimientos	% Establecimientos	% Est. de Comercio	% Est. de Servicios	% Est. de Manufactura	Establecimientos	% Establecimientos	Establecimientos	% Establecimientos	Establecimientos	% Establecimientos
Micro	2,615,774	95.94	50.23	33.71	12.00	1,369,478	94.86	919,016	97.92	327,280	95.11
Pequeña	80,657	2.96	2.14	0.47	0.35	58,341	4.04	12,749	1.36	9,567	2.78
Mediana	23,069	0.85	0.50	0.14	0.21	13,539	0.94	3,724	0.40	5,806	1.69
<b>MPyMEs</b>	<b>2,719,500</b>	<b>99.75</b>	<b>52.87</b>	<b>34.31</b>	<b>12.57</b>	<b>1,441,358</b>	<b>99.84</b>	<b>935,489</b>	<b>99.67</b>	<b>342,653</b>	<b>99.57</b>
Grande	6,866	0.25	0.09	0.11	0.05	2,318	0.16	3,083	0.33	1,465	0.43
<b>TOTAL</b>	<b>2,726,366</b>	<b>100.00</b>	<b>52.95</b>	<b>34.43</b>	<b>12.62</b>	<b>1,443,676</b>	<b>100.00</b>	<b>938,572</b>	<b>100.00</b>	<b>344,118</b>	<b>100.0</b>

Fuente: INEGI, Censos Económicos, 1999

Además, el 53% del total de las empresas registradas en el INEGI realizan sus operaciones en el sector comercio, el 34.4% en el sector servicios y el 12.6% en el sector manufacturero. Para el total de las MPyMEs, se tiene un comportamiento paralelo a la industria nacional (figura 1.1).

<sup>2</sup> Ibid., p. 19.

**Figura 1.1 Composición sectorial de la industria**



Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI, Censos Económicos, 1999.

En cuanto al personal ocupado, la micro industria genera el 46.3% del total de los empleos, la pequeña industria el 12.3%, la mediana el 16.4% y la grande el 25%. El sector manufacturero genera el 35.45% del total de los empleos en la industria: el 9% a partir de la micro empresa, el 4.2% de la pequeña, el 9.9% de la mediana y el 12.3% de la grande (tabla 1.3).

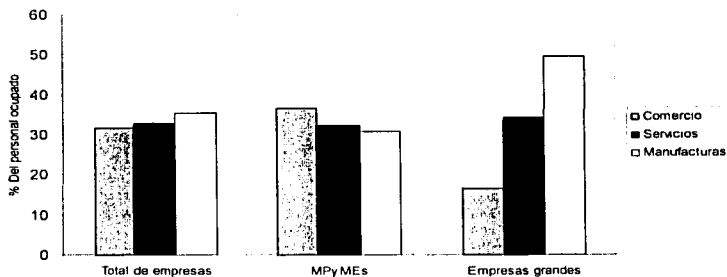
**Tabla. 1.3 Personal ocupado en la industria por tamaño y sector**

TAMAÑO	TOTAL					COMERCIO		SERVICIOS		MANUFACTURAS	
	Personal ocupado	% Personal ocupado	% P.O. en Comercio	% P.O. en Servicios	% P.O. en Manufactura	Personal ocupado	% Personal ocupado	Personal ocupado	% Personal ocupado	Personal ocupado	% Personal ocupado
Micro	5,523,238	46.27	18.42	18.80	9.04	2,199,368	58.11	2,244,650	57.25	1,079,220	25.50
Pequeña	1,465,862	12.28	4.77	3.32	4.19	569,259	15.04	396,224	10.11	500,379	11.82
Mediana	1,962,920	16.44	4.40	2.18	9.87	524,677	13.86	259,810	6.63	1,178,433	27.84
MPyMEs	8,952,020	74.99	27.59	24.30	23.10	3,293,304	87.01	2,900,684	73.99	2,758,032	65.17
Grande	2,985,771	25.01	4.12	8.54	12.35	491,565	12.99	1,019,916	26.01	1,474,290	34.83
<b>TOTAL</b>	<b>11,937,791</b>	<b>100.00</b>	<b>31.70</b>	<b>32.84</b>	<b>35.45</b>	<b>3,784,869</b>	<b>100.00</b>	<b>3,920,600</b>	<b>100.00</b>	<b>4,232,322</b>	<b>100.00</b>

Fuente: INEGI, Censos Económicos, 1999.

El 31.7% de los empleos son producidos por el sector comercio, el 32.8% por el sector servicios y el 35.5% por el sector manufacturero. Además, del total del personal ocupado en las MPyMEs, el 36.8% de los empleos son generados por el sector comercio, el 32.4 % de los generados por los servicios y el 30.8% por la manufactura (figura 1.2).

**Figura 1.2 Personal ocupado en la industria**



Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI, Censos Económicos, 1999.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

En conclusión, en México existen alrededor de 2 millones 726 mil unidades empresariales, de las cuales el 99.75% son MPyMEs que en conjunto generan tres cuartas partes de los empleos generados por la industria del país.

Las MPyMEs orientadas al sector manufacturero abarcan el 12.6% del total de las empresas generando el 23.1% de los empleos; en contraste, las MPyMEs del sector servicios comprenden el 34.3% y generan el 24.3% de los empleos y las MPyMEs del sector comercio abarcan el 52.9% generando el 27.6% de los empleos. Es decir, las MPyMEs del sector manufacturero generan un mayor número de empleos por empresa.

### 1.3 Sector Manufacturero

Este sector está formado por todas aquellas unidades económicas dedicadas a la "transformación mecánica, física o química de materiales o sustancias inorgánicas u orgánicas en productos nuevos, ya sea mediante el trabajo manual o con ayuda de máquinas, realizado en fábricas o en el domicilio del trabajador."<sup>3</sup>

Un establecimiento manufacturero puede utilizar como materiales los productos agrícolas, forestales, ganaderos, pesqueros, mineros y de extracción, así como productos de otros establecimientos manufactureros. Además, el producto nuevo producido por el establecimiento manufacturero puede estar terminado (listo para utilizarse o consumirse) o semiterminado (para ser usado como materia prima por otros establecimientos manufactureros).

#### 1.3.1 Estructura del sector manufacturero

El sector servicios, comercio y manufacturero están clasificados de acuerdo a la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP), la cual se basa a su vez en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), elaborado por la Organización de las Naciones Unidas. El presente trabajo se encuentra estructurado de acuerdo con la CMAP de 1994 y con los censos económicos de 1999.

La CMAP estructura a los sectores en cuatro niveles de agregación: sector, subsector, rama y clase de actividad económica. El sector es el nivel más general; la clase, el más desagregado. El sector se divide en subsectores, éste se encuentra formado por ramas de actividad, y esta a su vez en clase de actividad.

El sector manufacturero comprende de 9 subsectores formados por 54 ramas y por 306 clases de actividades económicas (tabla 1.4).

<sup>3</sup> México, Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. *Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP), censos económicos 1994*, México, D. F., 1997. p.33.



**Tabla 1.4 Estructura del sector manufacturero**  
**Sector 3 INDUSTRIAS MANUFACTURERAS**

Código	Subsector	No. Ramas	No. Clase
31	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	13	58
32	Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	7	52
33	Industrias de la madera y productos de madera	3	13
34	Papel, y productos de papel, imprentas y editoriales	2	11
35	Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico	9	45
36	Productos minerales no metálicos	4	22
37	Industrias metálicas básicas	2	15
38	Productos metálicos, maquinaria y equipo	13	78
39	Otras industrias manufactureras	1	12

Fuente: CMAP, 1994.

Para identificar cada actividad económica, la CMAP utiliza un código numérico; el número de dígitos de dicho código varía según el nivel de agregación. Por ejemplo, la actividad económica 322003, confección de ropa exterior para dama hecha en serie, está formada por las siguientes categorías: sector 3, subsector 32, rama 3220 y clase 322003 (tabla 1.5).

**Tabla 1.5 322003 Confección de ropa exterior para dama hecha en serie**

Nivel	Código	Ejemplos de categorías
Sector	3	Industrias Manufactureras. Incluye los establecimientos maquiladores.
Subsector	32	Textiles, prendas de vestir e industria del cuero.
Rama	3220	Confección de prendas de vestir.
Clase	322003	Confección de ropa exterior para dama hecha en serie.

El anexo B presenta los nombres y códigos de todas las actividades económicas que corresponden al sector manufacturero.

### 1.3.2 Situación actual del sector manufacturero

La importancia del sector manufacturero en México, se debe principalmente a la reorientación de la política económica, la cual ha traído consigo un enfrentamiento de las empresas manufactureras con distintas circunstancias, tales como la globalización de la economía, la apertura del mercado doméstico y el incremento de la competencia como resultado del ingreso de México a la zona de libre comercio de Norteamérica.

La industria manufacturera contribuyó con cerca del 20% del Producto Interno Bruto (PIB) de la economía en el tercer trimestre del 2002 y el 88.6% del total de las exportaciones. Las ramas con mayor participación en el PIB del sector manufacturero son los productos metálicos, maquinaria y equipo con el 30.5% del PIB total manufacturero, seguida de los alimentos, bebidas y tabaco con el 27.2% y en tercera posición la de los químicos, derivados del petróleo, caucho y plástico con el 15%, aproximadamente.

La configuración del sector por tamaño identifica un patrón de participación de alrededor del 95.1% de las micro, 2.8% de las pequeñas, 1.7% de las medianas y lo que resta corresponde a las grandes; esto no se refleja proporcionalmente en el PIB, ya que la

industria micro, pequeña y mediana aportan una pequeña parte del PIB del sector manufacturero, en contraste con la grande.

Además, el sector manufacturero genera 4 millones 232 mil empleos, contribuyendo en 35.4% al empleo de la industria mexicana.

La desagregación de datos por sector y tamaño de los censos económicos de 1999 (INEGI) permite identificar que el estrato de la micro empresa absorbe el 25.5% de las personas que laboran en el sector manufacturero, la pequeña el 11.8%, y la mediana el 27.9%, mostrando como principal generadora de empleos a la empresa grande que registra el 34.8% del total de los trabajadores de este sector (tabla 1.6).

**Tabla.1.6 Composición del sector manufacturero**

Tamaño	Establecimientos	%	Personal ocupado	%	Personal subcontratado	%
<b>MANUFACTURAS</b>	<b>344118</b>	<b>100.00</b>	<b>4232322</b>	<b>100.00</b>	<b>280273</b>	<b>100.00</b>
<b>MPyMEs</b>	<b>342653</b>	<b>99.57</b>	<b>2758032</b>	<b>65.17</b>	<b>137167</b>	<b>48.94</b>
<b>Micro</b>	<b>327280</b>	<b>95.11</b>	<b>1079220</b>	<b>25.50</b>	<b>28334</b>	<b>10.11</b>
De 0 a 2	198588	60.68	284111	26.33	1712	6.04
De 3 a 5	84273	25.75	297925	27.61	6515	22.99
De 6 a 10	25709	7.86	184675	17.11	6705	23.66
De 11 a 15	8790	2.69	107185	9.93	4865	17.17
De 16 a 20	4744	1.45	81418	7.54	3392	11.97
De 21 a 30	5176	1.58	123906	11.48	5145	18.16
<b>Pequeña</b>	<b>9567</b>	<b>2.78</b>	<b>500379</b>	<b>11.82</b>	<b>26145</b>	<b>9.33</b>
De 31 a 50	4907	51.29	183365	36.65	8932	34.16
De 51 a 100	4660	48.71	317014	63.35	17213	65.84
<b>Mediana</b>	<b>5806</b>	<b>1.69</b>	<b>1178433</b>	<b>27.84</b>	<b>82688</b>	<b>29.50</b>
De 101 a 250	4027	69.36	596822	50.65	39613	47.91
De 251 a 500	1779	30.64	581611	49.35	43075	52.09
<b>Grande</b>	<b>1465</b>	<b>0.43</b>	<b>1474290</b>	<b>34.83</b>	<b>143106</b>	<b>51.06</b>
De 501 a 1000	947	64.64	615400	41.74	35212	24.61
De 1001 y más	518	35.36	858890	58.26	107894	75.39

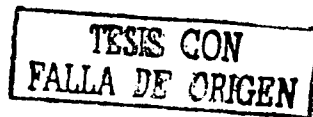
Fuente: INEGI, Censos Económicos, 1999.

A continuación se analizan las MPyMEs por estrato (micro, pequeño y mediano), a partir de las características principales del sector: Establecimientos, Personal ocupado, Remuneraciones y Valor Agregado Censal Bruto (VACB), para lo cual se considera a los conceptos:

**Remuneraciones:**

los pagos realizados por la unidad económica, para retribuir el trabajo del personal remunerado, que depende administrativamente de la misma. Estos se constituyen por sueldos o salarios, prestaciones sociales, utilidades e indemnizaciones.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> México, *Estratificación de los Establecimientos. Micro, Mediana y Gran Empresa, censos económicos 1999*, p.139.



### Valor Agregado Censal Bruto (VACB):

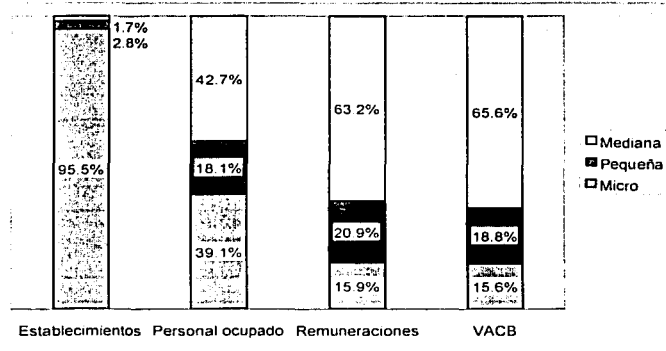
el valor que resulta de restar a la producción bruta total, el importe de los insumos totales. Se le llama bruto, porque a este valor agregado no se le han deducido las asignaciones efectuadas por la depreciación de los activos fijos.<sup>5</sup>

De este modo, los 327 mil 280 establecimientos manufactureros del estrato micro representan el 95.5% del total de las MPyMEs manufactureras, las cuales emplean al 39.1% del total del personal ocupado de las MPyMEs en este sector, que perciben 15.9% de las remuneraciones y generan el 15.6% del valor agregado censal bruto del total de las MPyMEs de este sector.

Del total de las MPyMEs del sector manufacturero, los establecimientos manufactureros pequeños comprenden el 2.8%, generan empleo en un 18.1%, proporcionan el 18.8% del valor agregado censal bruto y sus remuneraciones comprenden el 20.9% del total de las MPyMEs manufactureras.

Por último, los establecimientos manufactureros medianos constituyen el 1.7% de las MPyMEs de este sector, con un 42.7% de personal ocupado, su VACB comprende el 65.6% y sus remuneraciones representan el 63.2% del total de las MPyMEs de manufacturas (figura 1.3).

Figura 1.3 Características principales de la MPyMEs del sector manufacturero



Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI, Censos Económicos, 1999.

Otras dos características que son importantes señalar: personal ocupado por establecimiento<sup>6</sup> y remuneraciones por trabajador.<sup>7</sup>

#### ▪ Personal ocupado por establecimiento

En conjunto, el personal ocupado por establecimiento de las MPyMEs de la industria manufacturera indica que en promedio laboran 8 personas en cada una de ellas. Al separar los estratos, también se identifica que la micro empresa da ocupación, en promedio, a 3

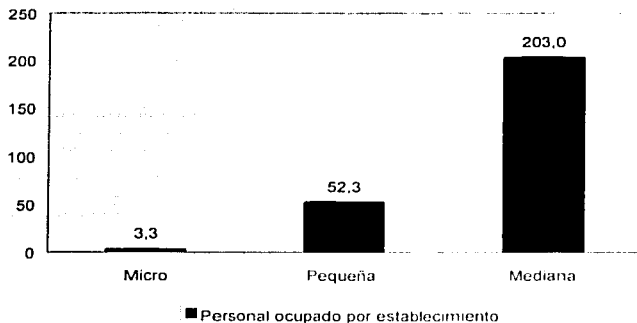
<sup>5</sup> Ibid., p. 141.

<sup>6</sup> Personal ocupado por establecimiento. Es el promedio que resulta de dividir el personal total entre el número de establecimientos.

<sup>7</sup> Remuneraciones por trabajador. Es el promedio que resulta de dividir el total de las remuneraciones entre el personal ocupado.

personas, mientras la pequeña emplea, en promedio, a 52 personas y la mediana empresa a 203 personas (figura 1.4).

Figura 1.4 Promedio de personas ocupadas por establecimiento

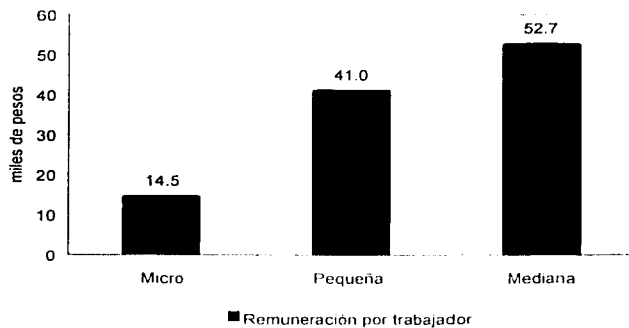


Fuente: INEGI, Censos Económicos, 1999

▪ Remuneraciones por trabajador

Las remuneraciones por trabajador en las MPyMEs del sector manufacturero arrojan que en promedio cada persona recibe 36 mil pesos anualmente. Reportando para la micro industria una remuneración anual de 14 mil 500 pesos por trabajador; es decir, la micro empresa es la unidad productiva que menor remuneración ofrece a sus empleados, paga un poco más de la tercera parte de lo que ofrece una pequeña empresa, y apenas un poco más de una cuarta parte de lo que la empresa mediana paga a sus empleados (figura 1.5).

Figura 1.5 Remuneración anual por trabajador



Fuente: INEGI, Censos Económicos, 1999

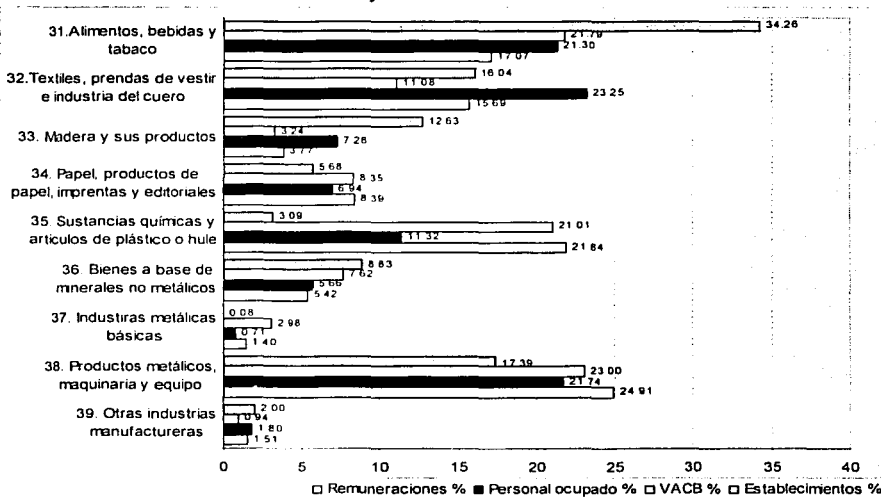
En términos del VACB, remuneraciones y generación de empleos, las empresas medianas son las que más aportan al total de las MPyMEs manufactureras a pesar de su pobre participación en el número de establecimientos; por el contrario, en unidades productivas las micro empresas presentan la mayor participación pero reportan una ínfima participación tanto en el VACB, como en personal ocupado y en remuneraciones.

Por tanto es necesario una atención en todos los estratos, en las de menor tamaño para que incrementen su VACB, debido a que presentan una gran participación en el número de establecimientos; a las pequeñas y medianas para estimular su competitividad, y poder lograr una vinculación estrecha con la cadena productiva, pues son las que reportan mayor VACB, mayores remuneraciones y generan más empleos de las MPyMEs. Además todos los estratos deben integrarse a un ciclo dinámico cuya característica sea el desarrollo, propiciando la creación de otras micro, pequeñas y medianas empresas de manera que puedan eslabonarse a las cadenas productivas.

### 1.3.3 Subsectores de las MPyMEs del sector manufacturero

En las MPyMEs del subsector manufacturero, alimentos, bebidas y tabaco es el que agrupa el mayor número de establecimientos, concentrando al 34.3% del total de las MPyMEs de este sector; por el contrario el subsector industrias metálicas básicas concentra solamente el 0.08% del total del número de establecimientos (figura 1.6).

Figura 1.6 Establecimientos, personal ocupado, remuneraciones y VACB de los subsectores de las MPyMEs manufactureras



Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI, Censos Económicos, 1999.

En términos del valor agregado censal bruto (VACB), éste se concentra principalmente en tres subsectores: productos metálicos, maquinaria y equipo; alimentos, bebidas y tabaco; y sustancias químicas y artículos de plástico o hule.

En cuanto a la fuerza laboral, las MPyMEs manufactureras proporcionan 65.5% del empleo en la industria manufacturera, textiles, prendas de vestir e industria del cuero; productos metálicos, maquinaria y equipo; y alimentos, bebidas y tabaco, son los subsectores en donde se concentra el personal ocupado.

La mayor parte del total de las remuneraciones pagadas por las MPyMEs manufactureras, se concentran en cuatro subsectores: productos metálicos, maquinaria y

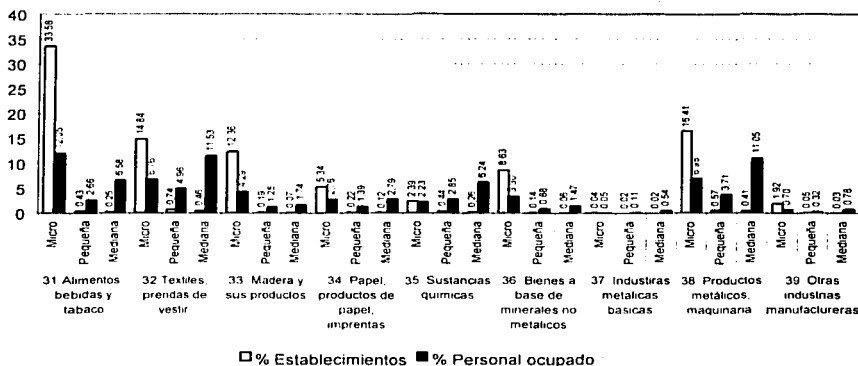
TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

equipo; sustancias químicas y artículos de plástico o hule; alimentos, bebidas y tabaco; y textiles, prendas de vestir e industria del cuero, pues componen el 79.5% del total de las remuneraciones (figura 1.6).

Al comparar a las grandes empresas de este sector, se aprecia que éstas son las que aportan mayor valor agregado censal bruto, pero las MPyMEs presentan mayor participación en cuanto al número de establecimientos y del personal ocupado, es por ello, la importancia de incrementar la competitividad en las MPyMEs.

Por otra parte, considerando la participación de establecimientos por estrato y subsector de las 342 mil 653 MPyMEs manufactureras, el estrato micro es el que presenta mayor participación en todos los subsectores correspondientes a este sector, sobresaliendo alimentos bebidas y tabaco con el 33.5% del total de las MPyMEs; productos metálicos, maquinaria y equipo con un 16.41%; textiles, prendas de vestir e industria del cuero con un 14.84% y madera y sus productos con un 12.36% (figura 1.7).

**Figura 1.7 Establecimientos y personal ocupado por tamaño y subsector de MPyMEs manufactureras**



Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI, Censos Económicos, 1999.

La concentración de establecimientos en el estrato pequeño, textiles, prendas de vestir e industria del cuero es el subsector con mayor participación, reportando un 0.74% del total de las MPyMEs manufactureras, seguido por productos metálicos, maquinaria y equipo con un 0.57%, sustancias químicas y artículos de plástico o hule con un 0.44%, alimentos, bebidas y tabaco con 0.43%.

En el estrato mediano, el comportamiento de la participación de establecimientos en los subsectores de las MPyMEs del sector manufacturero, es similar al del estrato pequeño, aunque los establecimientos de este estrato tienen una menor participación dentro de los subsectores, el orden en que se presentan éstos, de acuerdo a la participación, es el mismo.

En contraste, considerando al personal ocupado de las MPyMEs manufactureras (2 millones 758 mil trabajadores), las mayores concentraciones del personal ocupado se encuentran en los siguientes subsectores: alimentos, bebidas y tabaco con el 12.05% concentrado en la empresa micro; textiles, prendas de vestir e industria del cuero con el 11.53% en la mediana; productos metálicos, maquinaria y equipo con el 11.05% en la mediana; sustancias químicas y artículos de plástico o hule con el 6.24% en la mediana

empresa; madera y sus productos con el 4.29% concentrado en las micro empresas. Ninguno de los subsectores se identifica a la empresa pequeña como el estrato de mayor concentración (figura 1.7).

#### **1.3.4 Principales ramas industriales de las MPyMEs del sector manufacturero**

En este inciso, se describen las principales ramas del sector de acuerdo al tamaño de la empresa.

- **Establecimientos manufactureros micro**

El sector manufacturero comprende 327 mil 280 establecimientos micros, generando un millón 079 mil empleos con un VACB de 44 mil 659 millones de pesos.

Al interior del estrato de las micro empresas, la rama de actividad que mayor porcentaje de personal ocupado aporta es la de las tortillerías con el 13.9%, además de ser la más participativa en cuanto al número de establecimientos se refiere y VACB producido. Le sigue en importancia las panaderías, herrerías y confección (tabla 1.8).

- **Establecimientos manufactureros pequeños**

La industria pequeña se constituye con 9 mil 567 establecimientos, generando 500 mil 379 empleos y obteniendo 53 mil 667 millones de pesos de VACB.

Dentro de este estrato, destaca la rama de confección, por su participación en el número de establecimientos y su generación de empleos. Le siguen en importancia la rama de los plásticos, imprentas y editoriales. Cabe mencionar, que la rama que produce mayor VACB es otros metálicos, generando el 11.3% del total del VACB producido por el estrato pequeño (tabla 1.8).

- **Establecimientos manufactureros medianos**

La industria mediana comprende 5 mil 806 establecimientos, generando un millón 178 mil empleos y con VACB de 187 mil 438 millones de pesos.

Las ramas industriales de mayor importancia del estrato mediano de acuerdo al número de establecimientos y personal ocupado son las ramas de la confección, plásticos, fibras blandas, las cuales representan el 25.9%; y donde se genera mayor VACB es en la industria automotriz (tabla 1.8).

**Tabla 1.8 Principales ramas de las MPyMEs manufactureras por estrato**

RAMA	Establecimientos		Personal Ocupado		VACB (miles de pesos)	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
<b>Total Micro</b>	<b>327280</b>	<b>100.00</b>	<b>1079220</b>	<b>100.00</b>	<b>44659609</b>	<b>100.00</b>
Tortillerías	56176	17.16	125669	11.64	5468537	12.24
Panaderías	30154	9.21	104437	9.68	3113025	6.97
Herrerías	37949	11.60	84224	7.80	2954438	6.62
Confección	23162	7.08	84153	7.80	3074062	6.88
Muebles de madera	26212	8.01	73033	6.77	2155562	4.83
Imprentas y editoriales	16115	4.92	65165	6.04	3441456	7.71
Resto de Ramas	137512	42.02	542539	50.27	24452529	54.75
<b>Total pequeña</b>	<b>9567</b>	<b>100.00</b>	<b>500379</b>	<b>100.00</b>	<b>53667717</b>	<b>100.00</b>
Confección	1277	13.35	69717	13.93	2945948	5.49
Plásticos	618	6.46	34067	6.81	3182037	5.93
Imprentas, editoriales	522	5.46	26340	5.26	2408118	4.49
Calzado	478	5.00	25033	5.00	1058737	1.97
Otros metálicos	394	4.12	20680	4.13	6059528	11.29
Muebles de madera	373	3.90	18955	3.79	1181253	2.20
Resto de Ramas	5905	61.72	305587	61.07	36832096	68.63
<b>Total Mediana</b>	<b>5806</b>	<b>100.00</b>	<b>1178433</b>	<b>100.00</b>	<b>187436847</b>	<b>100</b>
Confección	837	14.42	171074	14.52	6623313	3.53
Plásticos	381	6.56	72592	6.16	9042954	4.82
Fibras blandas	281	4.84	60475	5.13	5419860	2.89
Equipo eléctrico	227	3.91	55510	4.71	7937484	4.23
Otros metálicos	255	4.39	48633	4.13	7735733	4.13
Industria automotriz	220	3.79	48499	4.12	10356502	5.53
Resto de Ramas	3605	62.09	721650	61.24	140321001	74.86

Fuente: INEGI, Censos Económicos, 1999

### 1.3.5 Distribución regional de las MPyMEs del sector manufacturero

Las entidades federativas de la República Mexicana están agrupadas en cinco grandes regiones de acuerdo con el INEGI:

- Región Centro: Distrito Federal, México, Puebla, Hidalgo, Morelos y Tlaxcala.
- Región Centro-Norte: Guanajuato, Querétaro de Arteaga, San Luis Potosí, Durango, Aguascalientes y Zacatecas.
- Región Frontera Norte: Nuevo León, Chihuahua, Baja California, Coahuila de Zaragoza, Tamaulipas y Sonora.
- Región del Pacífico: Jalisco, Michoacán de Ocampo, Oaxaca, Guerrero, Chiapas, Sinaloa, Nayarit, Colima y Baja California Sur.
- Región del Golfo: Veracruz, Yucatán, Tabasco, Quintana Roo y Campeche.

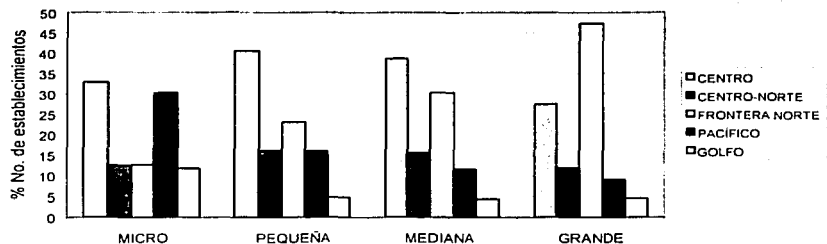
El 33% de las MPyMEs manufactureras se encuentran en la zona Centro y el 30% en la región del Pacífico, sumadas hacen el 63% del total de las MPyMEs. En cambio, las empresas grandes se concentran en un 47% en la Frontera Norte, la mayoría de estas empresas son maquiladoras de empresas transnacionales.

Por otra parte, al interior de los diferentes estratos encontramos que el 63% de los establecimientos micro del sector manufacturero se encuentran en la región Centro y en la



región del Pacífico. Mientras que el 63% y 69% de los establecimientos pequeños y medianos se concentran en la zona Centro y en la zona Centro-Norte respectivamente (figura 1.8).

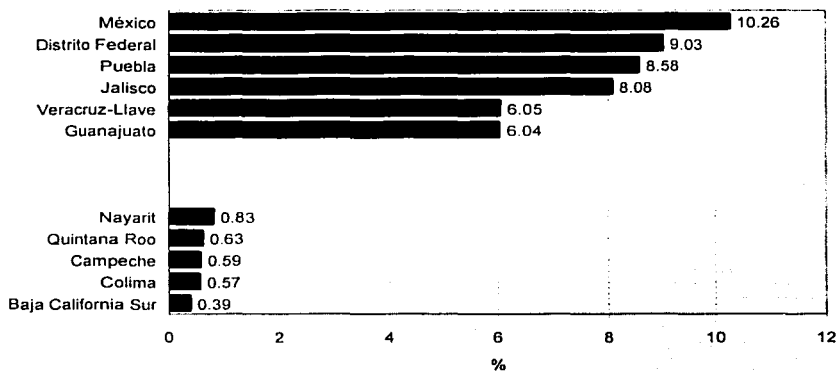
**Figura 1.8** Concentración de empresas del sector manufacturero por región



Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI, Censos Económicos, 1999.

Al analizar la distribución regional de las empresas por entidad federativa, se encuentra que en el Estado de México, el Distrito Federal, Puebla, Jalisco, Veracruz y Guanajuato se concentra más del 45% del total de las MPyMEs manufactureras. En contraste, Nayarit, Quintana Roo, Campeche, Colima y Baja California Sur agrupan sólo el 3.01% del total de las MPyMEs del sector manufacturero (figura 1.9).

**Figura 1.9** Concentración de MPyMEs por entidad federativa



Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI, Censos Económicos, 1999.

De lo anterior, se observa que la distribución de las MPyMEs en el territorio nacional muestra diferentes patrones de concentración, lo que hace evidenciar los distintos grados de desarrollo industrial del país.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

#### 1.4 Problemática de las MPyMEs manufactureras

Muchas de las MPyMEs surgen como una forma de subsistencia, el 61% de las microempresas ocupan a dos o menos trabajadores y su propietario generalmente carece de la capacitación técnica y administrativa para manejar una empresa.

De acuerdo con datos de Nacional Financiera y del INEGI el "48.4% de las microempresas desaparecen antes de cinco años y solo el 30.8% vive más de diez años y se transforma en pequeña"<sup>8</sup>. De cualquier forma, nacen más microempresas que las que desaparecen, aumentando su participación en el número de unidades económicas y en el personal ocupado por éstas. De ahí la importancia de elevar la competitividad de las MPyMEs, entendiendo a ésta como: "la capacidad para mantener y fortalecer su rentabilidad y participación en los mercados, con base en ventajas asociadas a sus productos o servicios, así como en las condiciones en que los ofrecen".<sup>9</sup>

Para mejorar el desempeño de las MPyMEs se requiere de sistemas de atención que ataque los problemas que impiden el buen funcionamiento de las empresas. Por ello, es necesario estudiar la problemática de las MPyMEs. En la tabla 1.9 se presentan los principales problemas señalados por los empresarios en la Encuesta Nacional de Micronegocios.

Tabla 1.9 Principales problemas para el funcionamiento de las empresas

Principales Problemas	Porcentaje
Desconocimiento del mercado	39,1
Competencia	25,5
Rentabilidad	17,3
Retraso en el pago de los clientes	4,2
Financiamiento	3,8
Falta de maquinaria y equipo	1,7
Otros	8,3
Total	100

Fuente: INEGI, Encuesta Nacional de Micronegocios, 1998.

La problemática de las MPyMEs puede estructurarse en dos vertientes: problemas de origen externo y problemas de origen interno.

Los problemas de origen externo son variables del medio ambiente, "conjunto de influencias externas que actúan sobre la operación de la empresa"<sup>10</sup>, variables que responden al entorno económico y político del país y que no pueden ser controladas por el empresario, pero obstaculizan y han impedido históricamente el desarrollo de las MPyMEs.

Rueda (1999) señala algunos problemas de origen externo que afectan a las MPyMEs mexicanas:

- menor demanda interna debido a un altísimo y creciente desempleo, drástico descenso de los salarios reales y reducción del gasto público en los últimos 16 años.
- gran inestabilidad económica y tasas de interés más elevadas que las existentes en los países industrializados; y
- apertura extrema del comercio exterior.<sup>11</sup>

<sup>8</sup> El Financiero, 18/09/96 p 26

<sup>9</sup> México, Leyes, estatutos, etc. *Ley para el desarrollo de la competitividad de la micro, pequeña y mediana empresa*, Diario Oficial, México, D F, 30 de diciembre de 2002, p.51.

<sup>10</sup> Klein W., Alfred y Grabinsky, Nathan. *El análisis factorial. guía para estudios de economía industrial*, México, D. F., Dirección de investigaciones económicas-Banco de México, 1990, p. 17.

<sup>11</sup> Rueda Peiro, Isabel. *Las micro, pequeña y mediana empresas en México: importancia, entorno, asociación y subcontratación en Asociación y cooperación de las micro, pequeña y mediana empresas: México, Chile, Argentina, Brasil, Italia y España*, Instituto de Investigaciones económicas-UNAM, 1999, p.21.

En el tercer informe de labores de la Comisión de Patrimonio y Fomento Industrial de la Cámara de diputados (2000) resume la problemática de la industria:

- a) Indefinición de una política industrial.
- b) Política fiscal no promotora del desarrollo.
- c) Financiamiento y tasas de interés no competitivos.
- d) Mercado interno deprimido no propicio para tomar ventajas de economías de escala.
- e) Falta de apoyos e incentivos para la pequeña y mediana industria.
- f) Servicios públicos no competitivos en calidad, precio e infraestructura.
- g) Prácticas comerciales desleales de empresas de los países signatarios del TLCAN.
- h) Regulaciones ambientales y ecológicas más estrictas y costosas que las de nuestros socios comerciales.<sup>12</sup>

Entre otros problemas de origen externo podemos mencionar: la inadecuada articulación de nuestro sistema económico, que favorece, prioritariamente, a las grandes; corrupción administrativa de los funcionarios del sector público; la casi nula aplicación de adecuados sistemas de planificación empresarial y de asesoría especializada; competencia desleal de los establecimientos informales; la falta de adaptación a la globalización y prácticas desleales a nivel internacional; y en general, la carencia de una cultura empresarial.

Es decir, el desarrollo de las empresas productivas es afectado por la inestabilidad económica del país. Sin embargo, existen otros problemas de vital importancia, los de origen interno, en los cuales el dueño-director de la empresa puede ejercer mayor control, contribuyendo fácilmente al desarrollo competitivo de las organizaciones. Estas variables se integran en las funciones operativas de la empresa: ventas y mercadotecnia, producción, recursos humanos, contabilidad y finanzas.

Muchas de las MPyMEs, desde su fundación, presentan problemas de origen interno tales como: técnicas y procedimientos obsoletos, falta de planeación, el deseo de tener siempre una organización ancestral e individual, ausencia total de cultura administrativa, poco volumen de producción y baja calidad del mismo, entre otros.

Además, documentos que han desarrollado Rueda y Simón (1999), Meza (1997), Olmedo (2001) y otros, sobre la problemática de las MPyMEs, hacen reflexión en los siguientes problemas: "ausencia de capacidad directiva para solucionar los problemas internos de la empresa, así como la toma de decisiones más racionales; capacitación deficiente y/o ausente; mano de obra ineficiente; estándares de calidad inadecuados; bajos niveles de productividad; inventarios excesivos; problemas en los procesos de producción debido a la ausencia de sistemas que permitan un uso eficiente de los recursos; estructura organizacional poco definida, provocando duplicidad de funciones; cargas de trabajo inadecuados; áreas de responsabilidad no definidas; mercadotecnia costosa y obsoleta; incapacidad para adaptarse a los cambios en las cadenas productivas y/o la saturación de los mercados; maquinaria y equipo obsoleto; resistencia a la innovación tecnológica; locales e instalaciones inadecuadas y no planificadas"<sup>13</sup>; etc.

Las micro, pequeñas y medianas empresas, pese a los beneficios que aportan a la economía del país, afrontan problemas que deben ser resueltos para hacerlas más competitivas; por ello, se requieren de programas estratégicos de mejoramiento en los aspectos internos y en los externos. Es conveniente que los programas consideren un esquema integral que detecte y posibilite la respuesta a las necesidades específicas de las

<sup>12</sup> México, "III Informe de labores de la Comisión de Patrimonio y Fomento Industrial", Gaceta Parlamentaria, no. 558, junio de 2000.

<sup>13</sup> Rueda Peiro, Isabel. "Las micro, pequeña y mediana empresas en México: importancia, entorno, asociación y subcontratación" en *Asociación y cooperación de las micro, pequeña y mediana empresas: México, Chile, Argentina, Brasil, Italia y España*, Instituto de Investigaciones económicas-UNAM, pp.18-19.

empresas, enfatizando en tamaño, entidad federativa y actividad manufacturera correspondiente, para no correr el riesgo de plantear soluciones genéricas y que se pierdan en las diferencias de las MPyMES.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **2. Problemas de los sistemas de producción de las MPyMEs a partir de la información COMPITE**

En el capítulo anterior se describió la situación actual de las MPyMEs manufactureras, la cual puso de manifiesto tanto la importancia de estas empresas en la economía nacional, de acuerdo con el número de establecimientos y su participación en el empleo, como su baja productividad. Esta situación induce a la necesidad de establecer políticas estratégicas bien definidas que permitan el fortalecimiento y desarrollo de la competitividad de las empresas.

Es conveniente que los programas estratégicos de mejoramiento contemplen la problemática que aqueja a las MPyMEs manufactureras, de acuerdo con los diferentes segmentos de configuración de éstas (tamaño de la empresa, rama industrial, región de ubicación, nivel de desarrollo, etc.), con el fin de que los programas tengan un desempeño adecuado.

La presente investigación está dirigida al estudio de los problemas internos en los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras, considerando algunos segmentos de la configuración de éstas (tamaño de la empresa, rama industrial y entidad federativa).

Para realizar dicho estudio se cuenta con información recopilada por el Taller Compite de Reingeniería de Procesos (TCRP), método impartido a más de 3500 empresas manufactureras por el Comité Nacional de Productividad e Innovación Tecnológica, A.C. (COMPITE). Cada taller realizado cuenta con un expediente que contiene información referente a los problemas operativos del área de producción con un nivel de detalle importante, que permite analizar la problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs.

## 2.1 COMPITE

El Comité Nacional de Productividad e Innovación Tecnológica, A.C. (COMPITE) fue fundado en enero de 1997 con el fin de promover, impartir y administrar la metodología utilizada por General Motors para elevar los niveles de productividad de sus plantas armadoras de Europa y América, así como de sus proveedores clave.

COMPITE es un organismo privado, sin fines de lucro, cuyo órgano de gobierno esta integrado por un comité directivo y una comisión coordinadora<sup>14</sup>, "su objeto social es promover la productividad e inducir procesos de calidad y de responsabilidad social en las micro, pequeñas y medianas empresas, a través de la incorporación de nuevas tecnologías para mejorar su competitividad".<sup>15</sup>

Para coadyuvar en el desarrollo y consolidación de las MPyMEs, COMPITE busca mejorar su desempeño y desarrollar sus ventajas competitivas en el mercado a través de consultorias, capacitación y asesoría especializada de alta calidad. Algunos de los servicios que ofrece este organismo para lograr sus objetivos son: talleres COMPITE, consultoría en normalización ISO 9000, consultoría en responsabilidad social e integridad, cursos de capacitación en calidad y especializados, etc.

Los talleres COMPITE son el medio de transferencia de la metodología de General Motors a las empresas, siendo su característica principal el dar soluciones con mínimas inversiones adicionales; consiste en una intervención teórica-práctica con duración de cuatro

<sup>14</sup> El comité directivo de COMPITE esta formado por la Confederación Nacional de Cámaras Industriales (CONCAMIN), la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA), la Cámara Nacional de la Industria del Vestido (CANAINVES), la Cámara de la Industria del Calzado del Estado de Guanajuato (CICEG), la Cámara Nacional de Empresas de Consultoría (CNEC) y 8 Consultores de COMPITE, y su comisión coordinadora integrada por la Secretaría de Economía (SE), General Motors de México, S de R. L. De C. V., Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS).

<sup>15</sup> <http://www.compitemex.com.mx/>

días continuos, impartida por consultores expertos dentro de las instalaciones de la empresa, con la asistencia del personal que participa directamente en el proceso. Los talleres COMPITE que se imparten son:

- Taller COMPITE de Reingeniería de Procesos (TCRP). Consultoría que permite incrementar la productividad mediante la identificación de problemas en los procesos de manufactura y la aplicación de acciones concretas y de impacto inmediato, con el fin de ser más competitivos.
- Taller de Gestión, Estrategia Organizacional de Servicio al Cliente. Se encarga de planear y establecer la integración de procesos eficientes para cumplir con las expectativas de los clientes a través de actividades de valor al producto o servicio ofrecido y fomentar la cultura de calidad en el servicio al cliente interno y externo mediante equipos de mejora.
- Taller de Mejora Continua. Garantiza a las empresas la permanencia del TCRP, evaluando y ajustando los avances del programa de trabajo utilizado en el taller original para impulsar el proceso de mejora continua.
- Taller de Optimización de Cambios de Modelo. Sus objetivos consisten en reducir costos de fabricación, aumentar la capacidad de producción y reducir al máximo el tiempo de preparación de la maquinaria a través de la optimización de los métodos de trabajo en los procesos.

## 2.2 Taller COMPITE de Reingeniería de Procesos

El taller en el cual COMPITE ha acumulado mayor experiencia es el Taller Compite de Reingeniería de Procesos (TCRP); por lo que la información derivada de este taller es la utilizada en el presente trabajo.

El TCRP busca aumentar la productividad de las empresas con el fin de hacerlas más competitivas. Este método de intervención teórico-práctico analiza la manera en que opera una línea de producción o un proceso específico de la empresa receptora para facilitar la identificación de los problemas que se presentan en el proceso productivo analizado y la aplicación de acciones de mejora que dan solución a los problemas identificados, esto permite lograr los objetivos específicos del taller:

- Aumentar la eficiencia de los procesos productivos.
- Detectar y eliminar desperdicios en los procesos productivos.
- Aprovechar al máximo todos los recursos de la empresa.
- Motivar al personal de la empresa para conducirla a lograr cambios de mejora en los procesos productivos.
- Integrar equipos de trabajo, fomentar la cultura de mejora continua y la calidad en la empresa.

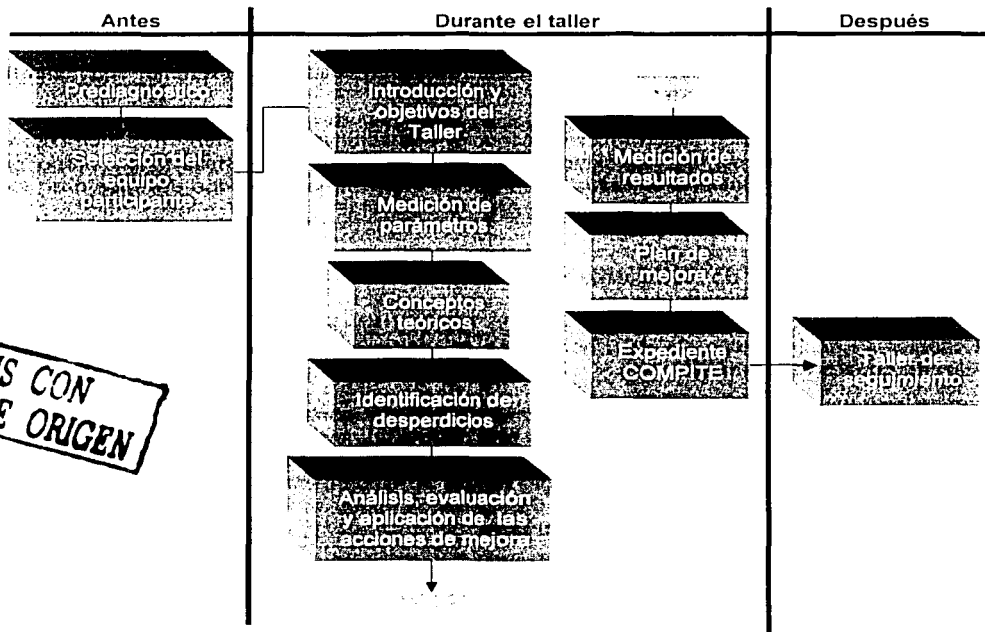
El TCRP es aplicable a empresas de cualquier tamaño y de cualquier rama del sector manufacturero, siempre y cuando la empresa receptora opere con un perfil básico: utilizar mano de obra en forma intensiva en el proceso de fabricación, realizar procesos con secuencias de operaciones repetitivas, contar con un mínimo de tres trabajadores registrados en el IMSS, y tener un gran interés en mejorar los niveles de productividad, calidad y reducir los costos de fabricación.



## 2.2.1 Metodología del Taller COMPITE de Reingeniería de Procesos

Antes de comenzar con la intervención COMPITE se lleva a cabo un prediagnóstico de la empresa receptora para determinar la viabilidad del taller, pues la empresa debe contar con el perfil básico mencionado. En caso de resultar factible la aplicación del taller, éste se realiza en cuatro días consecutivos, en los cuales el consultor trabaja directamente en las instalaciones de la empresa con un grupo, generalmente de siete a quince personas, integrado por directivos, supervisores y trabajadores que intervienen directamente en el proceso productivo. Después de realizar el taller es conveniente aplicar un taller de seguimiento como lo es el Taller de Seguimiento (figura 2.1).

Figura 2.1 Metodología del TCRP



**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

### ▪ Introducción y objetivos del taller

Durante esta etapa del método de intervención, se lleva a cabo la presentación de cada uno de los participantes, omitiendo el cargo o función que desempeña dentro de la empresa; se señala la filosofía del TCRP "la competitividad se sustenta en la mejora continua, involucrando al cliente, desarrollando un producto con mayor valor agregado y considerando al personal como el principal recurso de la empresa"<sup>16</sup>; se plantean los objetivos que persigue el taller; y se dan a conocer las reglas bajo las cuales opera el taller.

<sup>16</sup> México, Comité Nacional de Productividad e Innovación Tecnológica, *Manual para el participante: taller COMPITE*, México, D. F., 2001, p.3.

▪ Medición de parámetros

Antes de identificar los posibles desperdicios y proponer acciones de mejora, se calculan indicadores de desempeño del proceso o línea de producción analizada con el objeto de compararlos con los alcanzados al terminar el taller, es decir, después de haber aplicado las acciones de mejora correspondientes. Los indicadores utilizados son los siguientes:

- a. Productividad, cuantificada a través de piezas producidas por hora-hombre-máquina.
- b. Tiempo de respuesta, cuantificado en minutos; representa el tiempo que tarda una unidad en producirse.
- c. Inventario, cuantificado en unidades; volumen de insumos o productos utilizados durante el proceso.
- d. Espacio en piso, cuantificado en metros cuadrados; corresponde al espacio ocupado por la maquinaria, equipos e instalaciones asociadas al proceso intervenido, es decir, la superficie ocupada para realizar dicho proceso.

Para la obtención de estos indicadores, se realiza un recorrido por la planta que tiene como fin describir el proceso y analizar la distribución de planta, midiendo los datos correspondientes de cada indicador.

▪ Conceptos teóricos

En esta parte de la metodología, el consultor define algunos conceptos como calidad, cliente externo, cliente interno, etc., así como las herramientas que utiliza el taller. Estas herramientas son:

• Tiempo de Respuesta

Es el total del tiempo requerido para completar una unidad, iniciando con el primer requerimiento (orden) del cliente y terminando con la facturación del producto, es decir:

*Tiempo de Respuesta = tiempo de operación (proceso) + tiempo de traslado (movimiento) + tiempo de trabajo (inspección) + tiempo de almacenamiento + tiempo ocioso (retraso-espera)*

• Sistema Jalar

El objetivo de esta técnica es proporcionar un control sencillo que reduzca el tiempo de entrega y el trabajo en proceso, controlando el flujo de recursos y proveyéndolos justo a tiempo con base a la demanda del cliente interno y externo, organizando el manejo de materiales y el proceso.

• Organización del lugar de trabajo

La organización y mejora de los medios de trabajo, la limpieza y la seguridad en las estaciones de trabajo asegura una ubicación específica para cada cosa, elimina cualquier material, herramienta u objeto no requerido; además, crea un ambiente de trabajo propicio para lograr un mejor desempeño en las tareas realizadas por los trabajadores.

• Teoría del desperdicio

Un desperdicio se define como toda actividad, proceso u objeto que no agrega valor al producto, es decir, cualquier actividad que no ayuda, o más bien perjudica a la transformación de un producto en su forma final. Esto incluye inventarios en proceso, defectos, demoras, etc.

La teoría de desperdicios señala que existen 7 factores generadores de desperdicios denominados PIMCES (por la inicial de cada factor):

- a. Proceso
- b. Inventario
- c. Movimiento de materiales
- d. Movimiento ergonómico y de equipo
- e. Corrección
- f. Espera
- g. Sobreproducción

a. Desperdicios del proceso, son aquellos esfuerzos que no agregan valor al producto, esfuerzos que no son evidentes al cliente y personas que se dedican a realizar una sola actividad.

b. Desperdicios de inventario, son cualquier abastecimiento en exceso de los requerimientos del proceso, necesarios para producir productos justo a tiempo.

c. Desperdicios de movimientos de materiales, son aquellos movimientos que son innecesarios para poder producir.

d. Desperdicios de movimientos ergonómicos y de equipo, son los movimientos de gente o maquinaria que no agrega valor al producto.

e. Desperdicio de corrección, son los retrabajos que se llevan a cabo en un producto para satisfacer los requerimientos del cliente.

f. Desperdicios de espera, son los tiempos muertos que se generan cuando dos operaciones dependientes del proceso no están totalmente sincronizadas.

g. Desperdicio de sobreproducción, son ocasionados por producir más de lo que se necesita y/o por producir más rápido de lo que se necesita.

h. Contribuyentes al desperdicio, existen otros tres factores generadores de desperdicios denominados contribuyentes al desperdicio. Los contribuyentes al desperdicio por sobrecarga ocurren cuando el operador y máquinas son forzados más allá de sus límites naturales o de capacidad; los contribuyentes al desperdicio por irregularidad se refieren a las fluctuaciones en el programa de trabajo; y los contribuyentes al desperdicio por métodos de procesos actuales son debido a la utilización de los procesos sin mejora.

#### ▪ Identificación de los desperdicios

En esta etapa del TCRP, se identifican los principales desperdicios existentes en el proceso productivo analizado, participando todos los involucrados en el proceso. Esta fase es una actividad primordial del taller, ya que se definen los problemas que serán resueltos a través de las acciones de mejora.

Los desperdicios son identificados por medio de dos técnicas:

1. A través del proceso productivo, es decir, se elabora una lista de todas las etapas de fabricación del producto, identificando las actividades que generan valor o no al producto. Una vez identificados los desperdicios, éstos son clasificados de acuerdo a los PIMMCES.

2. Mediante una lluvia de ideas, donde cada participante, a partir de las definiciones dadas en el taller, las visitas a la planta y su propio criterio, menciona cuales son los desperdicios en el proceso productivo analizado.

En la mayoría de los talleres, los problemas son identificados a través de la lluvia de ideas; sin embargo, en algunos también se identifican a partir de la primera técnica.

#### ▪ Análisis, evaluación y aplicación de las alternativas de solución

En esta etapa, se analizan los desperdicios previamente identificados con el objeto de proponer acciones de mejora que permitan la eliminación o la reducción de los daños causados por dichos desperdicios. Después se evalúan las soluciones propuestas y se

elabora una lista de las acciones definitivas de mejora a realizar durante el taller. Cabe mencionar que las acciones de mejora deben llevarse a cabo durante el taller y no requerir inversiones.

- Medición de resultados

Habiendo realizado las mejoras, se hacen las mediciones correspondientes a los cuatro indicadores de desempeño y se calcula la diferencia entre éstos y los valores medidos al inicio del taller; estas diferencias son los parámetros de comparación que expresan la mejora productiva lograda durante el proceso de intervención.

- Plan de mejora

Antes de concluir la intervención se elabora una lista de acciones futuras; esta lista define las acciones de mejora que se emprenderán en los días siguientes a la terminación del taller. Se elabora con base en los desperdicios detectados durante el TCRP que no pudieron ser solucionados por falta de tiempo y/o falta de recursos para su implantación.

- Expedientes COMPITE

Los resultados de cada Taller COMPITE se documentan en un expediente que es elaborado por el consultor y por los participantes. La documentación se registra en una estructura predeterminada que consiste de las siguientes secciones:

1. Cédula de prediagnóstico

Antes de realizar el TCRP, el consultor visita la empresa interesada con el objeto de conocer sus principales operaciones y evaluar la factibilidad del taller. El consultor llena un formato llamado cédula de prediagnóstico en la que aparecen los datos generales de la empresa tales como: ubicación, número de empleados, producto que fabrica, proceso de fabricación, responsable y su interés por mejorar las condiciones operativas de la empresa.

2. El informe del consultor sobre el TCRP

Al término del TCRP, el consultor llena un formato en el que documenta varios aspectos asociados a su desarrollo. En primer lugar, el consultor registra las condiciones en las que se llevó a cabo el taller así como la disposición e interés de los participantes y del responsable de la empresa. En segundo lugar, registra los resultados de mejora con los valores correspondientes a cada uno de los indicadores de desempeño cuantificados al inicio y al final del taller.

3. La evaluación general del participante

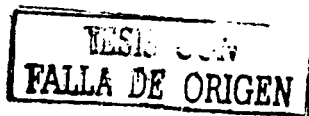
La tercera sección es un concentrado que contiene la evaluación de cada uno de los participantes sobre el TCRP y sobre el consultor. Se califican tres aspectos: el desarrollo del taller, el consultor y el material de apoyo. Es la retroalimentación para mejorar el TCRP.

4. Lista de desperdicios

La cuarta sección del expediente está constituida por la lista de desperdicios, en la cual se enumeran todas las actividades perjudiciales al proceso de fabricación, identificadas durante la aplicación del taller; en realidad se trata de desperdicios muy puntuales que competen únicamente a la empresa en particular. Más adelante se trata con mayor detalle esta parte tan importante, que es el motivo de la presente investigación.

5. Lista de acciones de mejora

Aquí se registran las acciones de mejora propuestas por los participantes, tanto las que se llevaron a cabo durante el taller, como aquellas que quedan pendientes por realizar en el corto o mediano plazo.



## **2.3 Sistema de información (Base de datos)**

Desde enero de 1998 a junio de 2002 COMPITE ha impartido 3545 TCRP en toda la República Mexicana y en prácticamente todas las actividades manufactureras, generándose un expediente COMPITE por cada taller impartido. Con el objeto de organizar y manejar de manera óptima la valiosa información contenida en dichos expedientes se diseñó una base de datos en una plataforma de Microsoft Access.

### **2.3.1 Recopilación de información**

La captura de la información de los expedientes COMPITE en la base de datos, se realizó de dos formas: captura de datos en forma directa, que corresponde a datos como ubicación de la empresa, número de trabajadores, producto que fabrica, indicadores de desempeño al inicio y al final del taller, etc.; y captura de datos con interpretación, la cual corresponde a los problemas, las acciones de mejora, las acciones futuras y la clasificación de la empresa de acuerdo al Catálogo Mexicano de Actividades Productivas (CMAP).

A través de consultas elaboradas en el sistema de información, se pueden integrar y relacionar los datos de las diferentes secciones del expediente; por ejemplo, con la información aportada por la cuarta sección, lista de desperdicios, es posible identificar los principales problemas asociados a los procesos de fabricación de las empresas intervenidas. Con la segunda sección, el informe del consultor sobre el TCRP, se determina la mejora productiva lograda en dichas empresas. Con la primera sección de datos, los problemas de los sistemas de producción y las mejoras logradas durante el taller pueden clasificarse según las características de las empresas: región de ubicación, actividad manufacturera, tamaño de la organización, etc.

### **2.3.2 Composición de las MPyMEs intervenidas por el TCRP**

En la base de datos se ha capturado la información de 3545 expedientes COMPITE, 3514 corresponden a las MPyMEs. Esta cifra (3514) representa el 1% de las casi 343 mil MPyMEs del sector manufacturero, y 2.4% si no se consideran las micro empresas de 0 a 2 personas empleadas, reportadas por el INEGI.

En los siguientes apartados, se presenta la composición de las MPyMEs asesoradas de acuerdo con: el tamaño de la empresa, el subsector industrial, la rama industrial, la distribución regional de la MPyMEs y la entidad federativa.

Es necesario mencionar que las MPyMEs clasificadas de acuerdo con estos descriptores, son solo aquellas que tienen en su registro la información suficiente para realizar una adecuada interpretación de captura así como un apropiado análisis.

### **TCRP según tamaño de las MPyMEs**

COMPITE ha intervenido 2,648 micro empresas, comprendiendo el 74.7% del total de las empresas intervenidas por el taller y el 0.81% del total de las micro empresas registradas en el padrón del INEGI; en las empresas pequeñas, COMPITE ha impartido 551 talleres, el 15.5% del total de las empresas intervenidas por el taller y el 5.76% del total de las empresas pequeñas registradas en el INEGI; y en las empresas medianas se han impartido 315 talleres, el 8.9% del total de las empresas intervenidas por el taller y 5.43% del total de las empresas medianas registradas en el INEGI. La tabla 2.1 presenta la composición de las empresas intervenidas por el TCRP según su tamaño y su participación a nivel nacional.

**Tabla 2.1 Composición de las empresas intervenidas según su tamaño y su participación a nivel nacional**

Tamaño de la empresa	Empresas intervenidas (E.I.)	Porcentaje E.I. (%)	Empresas nacionales	Porcentaje E.I. a nivel nacional (%)
Micro (de 1-30 empleados)	2,648	74.7	327,280	0.81
Pequeña (de 31-100 empleados)	551	15.5	9,567	5.76
Mediana (de 101-500 empleados)	315	8.9	5,806	5.43
Grande (más de 500 empleados)	31	0.9	1,465	2.12
<b>Total</b>	<b>3,545</b>	<b>100</b>	<b>344,118</b>	<b>1.03</b>

\*Fuente: INEGI, Censos Económicos, 1999.

### TCRP según subsector industrial

El TCRP ha sido impartido en los nueve subsectores que comprende el sector manufacturero; concentrándose, en un 79.4%, la participación conjunta de los siguientes subsectores: productos alimenticios, bebidas y tabaco; textiles, prendas de vestir e industria del cuero; industrias de la madera y productos de madera; y productos metálicos, maquinaria y equipo.

La comparación del número de MPyMEs intervenidas en cada subsector por el TCRP con el registro del INEGI, muestra que industrias metálicas básicas es el subsector con mayor participación en el taller, el 12% del total de las MPyMEs pertenecientes a este subsector han sido intervenidas por COMPITE; en cambio, el subsector con la menor participación en el taller es alimentos, bebidas y tabaco, el 0.5% del total de las MPyMEs de este subsector han sido intervenidas por COMPITE. La tabla 2.2 muestra la composición de las MPyMEs intervenidas por TCRP según el subsector, y su participación a nivel nacional.

**Tabla 2.2 Composición de las MPyMEs intervenidas según subsector y su participación a nivel nacional**

Subsector	MPyMEs intervenidas (M.I.)	Porcentaje M.I. (%)	MPyMEs nacionales	Porcentaje M.I. a nivel nacional (%)
31 Alimentos, bebidas y tabaco	583	17.7	117,388	0.50
32 Textiles, prendas de vestir	949	28.7	54,957	1.73
33 Madera y sus productos	547	16.6	43,265	1.26
34 Papel, productos de papel, imprentas	180	5.5	19,466	0.92
35 Sustancias químicas	218	6.6	10,595	2.06
36 Bienes a base de minerales no metálicos	115	3.5	30,256	0.38
37 Industrias metálicas básicas	34	1.0	281	12.10
38 Productos metálicos, maquinaria	543	16.4	59,596	0.91
39 Otras industrias manufactureras	133	4.0	6,849	1.94
<b>Total</b>	<b>3,302</b>	<b>100</b>	<b>342,653</b>	<b>0.96</b>

\*Fuente: INEGI, Censos Económicos, 1999

\*\*Las MPyMEs consideradas son aquellas registradas en la base de datos que presentaron la información pertinente para su clasificación, es decir, aquellas empresas estratificadas por subsector industrial.

### TCRP según rama industrial

El TCRP ha sido impartido prácticamente en todas las ramas industriales (53 de las 54 ramas) que comprende el sector manufacturero. El 67% de las intervenciones en las MPyMEs, se concentra en 13 diferentes ramas industriales. La rama 3220, confección de prendas de vestir, es la que ha tenido mayor número de empresas asesoradas, comprendiendo el 20.8% del total de las intervenciones del taller; le sigue la rama 3320.

fabricación y reparación de muebles principalmente de madera; incluye colchones, con un 13%, etc. En la tabla 2.3 se aprecia las principales ramas industriales intervenidas por el TCRP.

**Tabla 2.3 Principales ramas industriales intervenidas por el TCRP**

Rama industrial	MPyMEs intervenidas (M.I.)	Porcentaje M.I. (%)
3220 Confección de prendas de vestir	687	20.81
3320 Fabricación y reparación de muebles principalmente de madera. Incluye colchones	428	12.97
3420 Imprentas, editoriales e industrias conexas	144	4.36
3560 Elaboración de productos de plástico	133	4.03
3121 Elaboración de otros productos alimenticios para el consumo humano	124	3.76
3240 Industria del calzado Excluye de hule y/o plástico	120	3.64
3814 Fabricación de otros productos metálicos. Excluye maquinaria y equipo	116	3.51
3115 Elaboración de productos de panadería	104	3.15
3813 Fabricación y reparación de muebles metálicos	95	2.88
3822 Fabricación, reparación y ensamble maquinaria-equipo de uso general. Incluye armamento	85	2.57
3130 Industria de las bebidas	72	2.18
3311 Fabricación de productos de aserradero y carpintería. Excluye muebles	65	1.97
3812 Fabricación de estructuras metálicas, tanques y calderas industriales	62	1.88
Resto de ramas industriales	1066	32.29
<i>Total</i>	<i>3301</i>	<i>100.00</i>

\*Las MPyMEs consideradas son aquellas registradas en la base de datos que presentaron la información pertinente para su clasificación, es decir, aquellas empresas estratificadas por rama industrial.

### TCRP según distribución regional de las MPyMEs

Como se mencionó en el capítulo anterior, la mayoría de las MPyMEs se concentran en la región Centro y del Pacífico; sin embargo, el TCRP ha intervenido en mayor proporción la región Centro-Norte. La región Centro ha sido la menos intervenida proporcionalmente por este taller. Es decir, COMPITE ha intervenido 772 MPyMEs de la región Centro-Norte, comprendiendo el 1.78% del total de las empresas de esta región, registradas en el padrón del INEGI; mientras que en la región Centro se han impartido 748 talleres, comprendiendo solamente el 0.66% del total de las empresas de la región. En la tabla 2.4 se presenta la participación del TCRP según la distribución regional de las MPyMEs y su participación a nivel nacional.

**Tabla 2.4 Composición de las MPyMEs intervenidas por el TCRP según la distribución regional y su participación a nivel nacional**

Región	MPyMEs intervenidas (M.I.)**	Porcentaje M.I. (%)	MPyMEs nacionales	Porcentaje M.I. a nivel nacional (%)
Región Centro-Norte	772	22.49	43,401	1.78
Región Frontera Norte	728	21.21	45,201	1.61
Región del Golfo	485	14.13	39,123	1.24
Región del Pacífico	700	20.39	101,255	0.69
Región Centro	748	21.79	113,673	0.66
<i>Total</i>	<i>3,433</i>	<i>100.00</i>	<i>342,653</i>	<i>1.00</i>

\*Fuente: INEGI, Censos Económicos, 1999.

\*\*Las MPyMEs consideradas son aquellas registradas en la base de datos que presentaron la información pertinente para su clasificación, es decir, aquellas empresas estratificadas por región.

## TCRP según entidad federativa

Al analizar el TCRP según la distribución de las empresas por entidad federativa, este taller se ha aplicado en toda la República Mexicana, siendo Aguascalientes, el estado que ha recibido mayor número de asesorías, seguido por Chihuahua, Jalisco, Durango, Baja California, Veracruz, etc. (tabla 2.5).

**Tabla 2.5 Principales estados intervenidos por el TCRP**

Estado	MPyMEs intervenidas (M.I.)	Porcentaje M.I. (%)
Aguascalientes	251	7.31
Chihuahua	201	5.85
Jalisco	189	5.51
Durango	179	5.21
Baja California	177	5.16
Veracruz	172	5.01
México	165	4.81
Hidalgo	159	4.63
Puebla	146	4.25
Tabasco	141	4.11
Distrito Federal	140	4.08
Guanajuato	127	3.70
San Luis Potosí	125	3.64
Michoacán de Ocampo	117	3.41
Tamaulipas	102	2.97
Otros estados	1,042	30.35
<i>Total</i>	<i>3,433</i>	<i>100.00</i>

\*Las MPyMEs consideradas son aquellas registradas en la base de datos que presentaron la información pertinente para su clasificación, es decir, aquellas empresas estratificadas por entidad federativa.

### 2.3.3 Indicadores de desempeño del TCRP

El desempeño del TCRP es cuantificado por los siguientes parámetros: productividad, tiempo de respuesta, inventarios y espacio en piso. La base de datos construida permite analizar los indicadores de desempeño según diferentes descriptores, como: el tamaño de empresa, la actividad industrial y la región de ubicación de las empresas.

Dentro del análisis de los indicadores de desempeño se discriminaron los expedientes que presentaron algún dato ausente necesario para el análisis correspondiente, así como los datos atípicos, datos que son muy diferentes al resto. La causa de la presencia de estos datos puede ser la falta de información en el expediente, las fallas al completarlo por parte del consultor y/o los errores en la captura de la información en la base de datos. Por ejemplo, un dato atípico correspondería a tener registrado una disminución del 100% en espacio en piso.

La tabla 2.6 especifica los valores promedio de las mejoras alcanzadas en los indicadores de desempeño en las MPyMEs manufactureras.



**Tabla 2.6 Indicadores de desempeño promedio de las MPyMEs intervenidas**

Tamaño de empresa	MPyMEs*	Indicador de desempeño Valor promedio (%)			
		Aumento de la productividad	Disminución en tiempo de respuesta	Disminución en inventarios	Disminución de espacio en piso
Micro	2,002	78.9	58.5	57.6	27.8
Pequeña	389	76.6	60.7	59.4	27.1
Mediana	234	69.5	65.8	66.9	28.9
<b>MPyMEs</b>	<b>2,625</b>	<b>77.7</b>	<b>59.5</b>	<b>58.7</b>	<b>27.8</b>

\*Las MPyMEs consideradas son aquellas registradas en la base de datos que presentaron la información pertinente para el análisis, es decir, empresas que no presentaron en ninguno de los indicadores de desempeño datos atípicos y/o datos ausentes.

La base de datos permite diferenciar el nivel de mejora en el desempeño de acuerdo con la rama industrial (tabla 2.7). Por ejemplo, la rama 3220, confección de prendas de vestir, superó los promedios generales de todas las MPyMEs intervenidas a través del TCRP; por el contrario, la rama 3121, elaboración de otros productos alimenticios para el consumo humano, las mejoras logradas fueron menores a los promedios generales. Lo anterior indica que en las MPyMEs dedicadas a la confección de prendas de vestir existen más oportunidades de mejora competitiva a través de este taller.

**Tabla 2.7 Indicadores de desempeño por rama industrial**

Rama industrial	MPyMEs*	Indicador de desempeño Valor promedio (%)			
		Aumento de productividad	Disminución en tiempo de respuesta	Disminución inventarios	Disminución de espacio en piso
3220 Confección de prendas de vestir	533	88.5	78.7	76.3	35.6
3320 Fabricación y reparación de muebles de madera	357	87.1	60.9	60.6	28.7
3121 Elaboración de alimentos para consumo humano	97	64.7	45.0	37.2	21.6
3240 Industria del calzado	86	82.0	71.3	71.2	31.3
<b>MPyMEs</b>	<b>2,625</b>	<b>77.7</b>	<b>59.5</b>	<b>58.7</b>	<b>27.8</b>

\*Las MPyMEs consideradas son aquellas registradas en la base de datos que presentaron la información pertinente para el análisis.

Al analizar la rama industrial de acuerdo con el tamaño de la empresa, también se encuentran diferencias en los promedios de las mejoras obtenidas; por ejemplo, en la rama 3220, confección de prendas de vestir, las micro empresas presentan mayores oportunidades de mejora en el aumento de la productividad que las pequeñas o medianas empresas; en cambio, las medianas presentan mejores resultados en disminución en tiempo de respuesta y disminución en inventarios que las micro y pequeñas empresas (tabla 2.8).

**Tabla 2.8 Indicadores de desempeño por rama industrial y por tamaño de empresa**

Indicador de desempeño Valor promedio (%)	3220 Confección de prendas de vestir			
	Micro	Pequeña	Mediana	Rama
Aumento de la productividad	94,1	78,9	69,6	88,5
Disminución en tiempo de respuesta	78,8	75,0	82,1	78,7
Disminución en inventarios	75,3	74,3	83,2	76,3
Disminución de espacio en piso	35,6	36,0	35,2	35,6

\*Las MPyMEs consideradas son aquellas registradas en el sistema de información que presentaron la información pertinente para el análisis.

El análisis de los indicadores de desempeño por entidad federativa expone distintos resultados; por ejemplo, las MPyMEs intervenidas en el estado de Chihuahua e Hidalgo mejoran su productividad en 96% y 94% respectivamente, superando el promedio nacional; por el contrario, el Distrito Federal y Veracruz presentan un aumento en la productividad del 69% y 65% respectivamente, inferior al promedio nacional. La tabla 2.9 muestra los resultados promedio obtenidos para Chihuahua, Distrito Federal, Hidalgo y Veracruz.

**Tabla 2.9 Indicadores de desempeño de algunas entidades federativas**

Estado	MPyMEs*	Indicador de desempeño Valor promedio (%)			
		Aumento de la productividad	Disminución en tiempo de respuesta	Disminución en inventarios	Disminución de espacio en piso
Chihuahua	156	96.1	66.9	62.6	28.7
Distrito Federal	104	68.9	65.5	63.4	30.3
Hidalgo	123	94.2	66.4	64.6	26.2
Veracruz	119	65.1	54.9	55.6	25.0

\*Las MPyMEs consideradas son aquellas registradas en la base de datos que presentaron la información pertinente para el análisis.

Los resultados de los indicadores de desempeño presentados, revelan que el TCRP tiene un alto impacto en el fortalecimiento de las MPyMEs manufactureras. El buen desempeño del taller es resultado en gran medida de la correcta identificación de los desperdicios que aquejan a las MPyMEs, así como de las apropiadas acciones de mejora para dar solución a los desperdicios.

### 2.3.4 Categorización de los desperdicios<sup>17</sup>

Debido al elevado nivel de detalle de la lista de desperdicios del expediente COMPITE, fue necesaria una interpretación de los desperdicios, ya que no se entenderían si no se tuviera información acerca del giro de la empresa, el tamaño de la misma y conocimientos generales de ingeniería industrial. Por ejemplo: en expedientes analizados aparecieron desperdicios, tales como:

- El dado de la remachadora no se encuentra en planta
- Charolas muy grandes, esto no permite el acceso adecuado a través de las puertas de los hornos
- No se comunican los cambios en las ordenes de producción
- Mala selección de la medida del acrílico
- Los tornillos no están parejos (mala calidad)
- Plataforma/mesa en mal estado
- Báscula descalibrada
- Revisiones innecesarias
- Exceso de soldadura
- Tareas atoradas en pespunte por retraso o por falta de piezas
- No se cuenta con letreros que indiquen el lugar de las cosas
- Falta de preocupación de los armadores por hacer bien su trabajo
- El carro para poner los cuernos está retirado
- Habilitación por defectos (mal cortada)
- Charolas de entrega por todos lados
- Baños sucios y con muy mal olor
- Plataforma/mesa en mal estado
- Conflicto entre operarias

Además, del alto nivel de detalle que presentan los desperdicios identificados, existe heterogeneidad entre ellos, por lo que se desarrolló una clasificación de problemas bajo el supuesto de que cada desperdicio identificado es originado por la presencia de un problema genérico. Por ejemplo, el desperdicio: *el dado de la remachadora no se encuentra en planta,*

<sup>17</sup> La presente investigación hace una distinción entre el concepto de desperdicio y el concepto de problema. Un desperdicio es cualquier actividad, proceso u objeto que perjudica al desempeño del proceso productivo. En cambio, un problema es aquel desperdicio que ha sido interpretado de acuerdo con la categorización de los desperdicios presentada.

se puede asociar a un problema genérico relativo a la falta de control en el uso, disposición y disponibilidad del equipo y/o herramientas de trabajo.

La categorización de problemas, para identificar adecuadamente el desperdicio del expediente COMPITE, está formada por 7 secciones y 36 categorías. Las secciones agrupan las categorías para facilitar la interpretación de los desperdicios del expediente, y las categorías corresponden propiamente a los problemas. La tabla 2.10 muestra la lista de las 7 secciones con sus respectivas categorías de problemas genéricos y la definición correspondiente de cada categoría.

**Tabla 2.10** Categorías de problemas genéricos para clasificar los desperdicios identificados del expediente COMPITE

Sección	Categoría	Definición
Del personal	1.Capacitación	El personal que esta llevando a cabo las actividades productivas no cuenta con el conocimiento y/o entrenamiento necesario, por lo que no pueden realizar correctamente sus labores.
	2.Falta de compromisos	El personal involucrado en el proceso no se siente comprometido con su trabajo y no se esfuerza por hacerlo mejor.
	3.Seguridad e higiene	El personal no utiliza el equipo de seguridad y/o no respeta las normas de seguridad, poniendo en riesgo su integridad física, la de sus compañeros y/o la continuidad del proceso.
	4.Rotación de personal	Se presentan cambios continuos en la plantilla de trabajadores.
	5.Trabajo en equipo	El personal de la organización y/o los departamentos de la organización no esta acostumbrado, o no sabe trabajar en equipo para alcanzar las metas establecidas, por lo que se pueden presentar conflictos tanto de coordinación como personales.
Del proceso	6.Balanceo de línea	Existe una mala distribución en la carga de trabajo, lo que ocasiona cuellos de botella, tiempos muertos, sobrecarga en ciertos procesos o centro de trabajo
	7.Planeación y control de la producción (PCP)	No existe una planeación de la producción adecuada, lo que genera acumulación de inventario, irregularidad en las fechas de entrega, cambios muy frecuentes de tipo de productos, presencia de horas sin producción y tiempos extras. Pueden no existir medios de control (supervisiones, bitácoras, etc.) que permitan el cumplimiento de los planes
	8.Control de calidad	Carencia de procesos que controlen la calidad del producto. Ausencia de las especificaciones que debe cumplir el proceso y/o los productos
	9.Distribución de planta	La distribución de la planta no es la más conveniente para llevar acabo un flujo adecuado y eficiente del proceso
	10.Mano de obra extra	Contratación constante de personal eventual cuando existe un exceso de trabajo
	11.Técnicas inapropiadas	La forma en que se llevan acabo las operaciones de los procesos no son las más adecuadas.
Del equipo y herramienta utilizados	12.Falta de equipo	Durante el proceso no se cuenta o es ineficiente la maquinaria y/o equipo(s) requerido(s) para llevar acabo la(s) tarea(s) de manera satisfactoria
	13.Falta de control	No existe un control sobre el uso, disposición, y disponibilidad del equipo y/o herramientas de trabajo
	14.Inseguridad	El equipo y/o herramientas no cumplen con los requisitos de seguridad que garanticen la integridad física de los trabajadores.
	15.Equipo inapropiado	El equipo utilizado durante el proceso es inadecuado, se presentan dificultades en las características físicas, capacidad, funciones.
	16.Mantenimiento	Ausencia o incumplimiento del programa de mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo, lo que ocasiona un mal funcionamiento y/o paros no planeados.
	17.Uso ineficiente	El equipo y herramienta con que se cuenta no se emplea de la manera apropiada o no se usa, o hay carencia de instalaciones adecuadas para su funcionamiento.

Continúa de la tabla 2.10 Categorías de problemas genéricos para clasificar los desperdicios identificados del expediente COMPITE		
Sección	Categoría	Definición
Del equipo y herramienta utilizados	18. Obsoleto	El equipo y herramienta con que cuenta la empresa ya cumplió su periodo de vida útil, provocando que el rendimiento sea inadecuado.
De la administración	19. Deficiente asignación de funciones y responsabilidades	Las tareas de los empleados no están establecidas o están mal asignadas, esto puede provocar tareas redundantes. Las responsabilidades se encuentran concentradas en una(s) persona(s), lo que entorpece el proceso.
	20. Definición de políticas	Las políticas internas de la empresa están mal establecidas o no existen, elevados costos, mal funcionamiento de la organización. No existen medios o son insuficientes los controles para llevar el correcto manejo de los recursos (humanos, materiales, financieros) de la organización: falta de implementación de reglamentos, de horarios de trabajo, de sistemas de pago, de incentivos adecuados, de los reportes de productividad, etc.
	21. Falta de controles	La organización no cuenta con un eficiente sistema de pronósticos que le permita conocer los requerimientos para satisfacer su demanda.
	22. Falta de pronósticos	La empresa no cuenta con planeación que le permita el establecer metas y objetivos, así como las actividades a realizar para alcanzarlos.
	23. Falta de planeación	La empresa carece de manuales de procedimientos, de la maquinaria, reglamento interno, y registros históricos.
	24. Falta de documentación	Falta o escaso seguimiento que el fabricante da a sus productos post-venta.
	25. Falta servicio al cliente	Escasez de mano de obra en cualquier área de la empresa.
Del lugar de trabajo	26. Falta de personal	Ausencia de las condiciones adecuadas para tener un mejor desempeño de los trabajadores.
	27. Ergonomía inapropiada	Ausencia de medidas y de sistemas de seguridad que garanticen la integridad física de los trabajadores y/o continuidad del proceso. No se cuenta con las condiciones de salubridad necesarias. Existe desorganización del lugar de trabajo.
	28. Inseguridad en el proceso (seguridad e higiene industrial)	Lugares inapropiados para la colocación o almacenamiento de los diferentes materiales o herramientas utilizadas durante el proceso.
	29. Lugares inapropiados	Las instalaciones donde se llevan a cabo las actividades carecen del mantenimiento necesario para un óptimo desempeño.
De los materiales utilizados	30. Mantenimiento de instalaciones	No se revisa que las materias primas cumplan con las especificaciones requeridas. No se revisa que los pedidos concuerden con lo solicitado
	31. Control de entregas y pedidos	Los materiales son manipulados, identificados y/o almacenados inadecuadamente.
	32. Manejo inapropiado	Los materiales y/o insumos no son aprovechados correctamente lo que ocasiona pérdidas de los mismos.
	33. Aprovechamiento inadecuado	Los materiales que se utilizan no son inadecuados.
Del producto	34. Materiales inapropiados	Carencia de diseño del producto o éste cambia constantemente.
	35. Falta de diseño	Ausencia de especificaciones del producto y/o especificaciones inadecuadas.
	36. Falta de especificaciones	

La interpretación de la lista de desperdicios contenida en el expediente del TCRP sigue los siguientes lineamientos:

- Cada desperdicio corresponde a una sola categoría.
- Pueden existir varios desperdicios expresados en un expediente que se clasifican en una misma categoría, pero solamente se registra una vez dicha categoría en el sistema de información.
- Una empresa presenta un problema genérico si al menos uno de los desperdicios se clasifica en la categoría correspondiente.

Por ejemplo, algunos de los desperdicios arriba mencionados fueron clasificados en las secciones y categorías de problemas como se muestra en la tabla 2.11.

**Tabla 2.11 Ejemplos de categorización de los desperdicios identificados de los expedientes COMPITE**

Desperdicio	Sección	Categoría
El dado de la remachadora no se encuentra en planta	Del equipo y herramienta utilizados	Falta de control
Los tornillos no están parejos (mala calidad)	De los materiales utilizados	Control de entregas y pedidos
Falta de preocupación de los armadores por hacer bien su trabajo.	Del personal	Falta de compromisos
Báscula descalibrada	Del el equipo y herramienta utilizados	Mantenimiento
Baños sucios y con muy mal olor	Del lugar de trabajo	Seguridad e higiene industrial
Exceso de soldadura	De los materiales utilizados	Aprovechamiento inadecuado
Tareas atoradas en despunte por retraso o por falta de piezas	Del proceso	Balanceo de línea

### 2.3.5 Registro de los problemas

Para registrar los problemas de cada MPyME intervenida por el TCRP en el sistema de información se utilizó el método dicotómico múltiple de registro de variables; el cual consiste en registrar la presencia o ausencia de los problemas identificados de la lista de desperdicios contenida en el expediente COMPITE de la empresa. Es decir, si un problema es identificado en el expediente COMPITE, éste se marca en el formulario de la base de datos con una palomita (✓), indicándonos la presencia de dicho problema.

Por ejemplo, el desperdicio: el dado de la remachadora no se encuentra en planta es catalogado como un problema de falta de control de equipo y herramienta; el cual se registra, seleccionando en el formulario correspondiente de la base de datos la sección de equipo y herramienta y palomeando la categoría denominada falta de control (figura 2.2).

**Figura 2.2 Pantalla de registro de problemas**

**LISTA DE DESPERDICIOS**

Cerrar    Guardar registro

---

ID:     Total de desperdicios:

Del personal   
  Del proceso   
  Equipo y herramienta   
  De la administración   
  Del lugar de trabajo   
  De los materiales   
  Del producto   
  Otros

Falta de equipo	<input checked="" type="checkbox"/>
Falta de Control en equipo y herramienta	<input checked="" type="checkbox"/>
Inseguridad de equipo y herramienta	<input type="checkbox"/>
Equipo inapropiado	<input type="checkbox"/>
Mantenimiento	<input type="checkbox"/>
Obsoleto	<input type="checkbox"/>
Uso ineficiente	<input type="checkbox"/>
Otros Equipo	<input type="checkbox"/>

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

## 2.4 Análisis exploratorio de los problemas en los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras

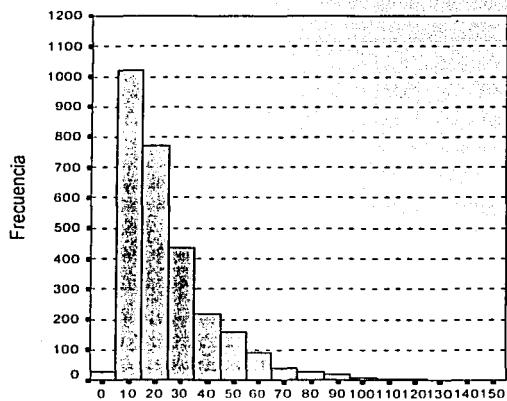
Los desperdicios en los sistemas de producción de las MPyMEs, detectados por el TCRP, son integrados en categorías de problemas en la base de datos, permitiendo el análisis de éstos con distintos descriptores, tales como: tamaño de empresa, actividad industrial, región de ubicación de la empresa, etc.

### 2.4.1 Distribución del número de problemas de las MPyMEs

El sistema de información, además de reportar el número de problemas catalogados, proporciona el número total de desperdicios identificados en cada empresa asesorada (figura 2.2).

De este modo, el TCRP registra en promedio 24 desperdicios con una variabilidad de 18 desperdicios; sin embargo, existen expedientes que sobrepasan los 100 desperdicios detectados (figura 2.3).

Figura 2.3 Distribución del número de desperdicios identificados por MPyME<sup>18</sup>



No. desperdicios presentados por empresa

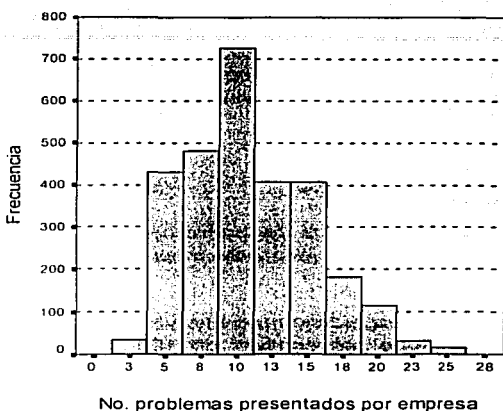
#### Statistics

Desperdicios	
Mean	23.945
Mode	7
Std. Deviation	17.962
Range	144
Minimum	2
Maximum	146

Con la aplicación de la segunda regla de la categorización de los desperdicios, el máximo número de problemas que puede registrar una empresa en la base de datos es de 36, (solamente puede haber un desperdicio por cada categoría). De esta manera, después de realizar la categorización correspondiente de los desperdicios de cada expediente COMPITE, resulta un promedio de 11 problemas identificados por MPyME intervenida, en vez de 24 desperdicios, con una variabilidad de 4.44 problemas (figura 2.4).

<sup>18</sup> Se consideró a las MPyMEs registradas en la base de datos que presentaron la información pertinente para el análisis.

Figura 2.4 Distribución del número de problemas catalogados por MPyME<sup>19</sup>



Statistics

Problemas	
Mean	10,9194
Mode	10,00
Std. Deviation	4,43912
Range	26,00
Minimum	1,00
Maximum	27,00

#### 2.4.2 Distribución de frecuencias de los problemas de las MPyMEs

A continuación, se muestran cuatro figuras, en las cuales se observan los principales problemas operativos identificados por el TCRP de las MPyMEs según diferentes descriptores: por tamaño de empresa, por algunas ramas industriales y por algunas entidades federativas.

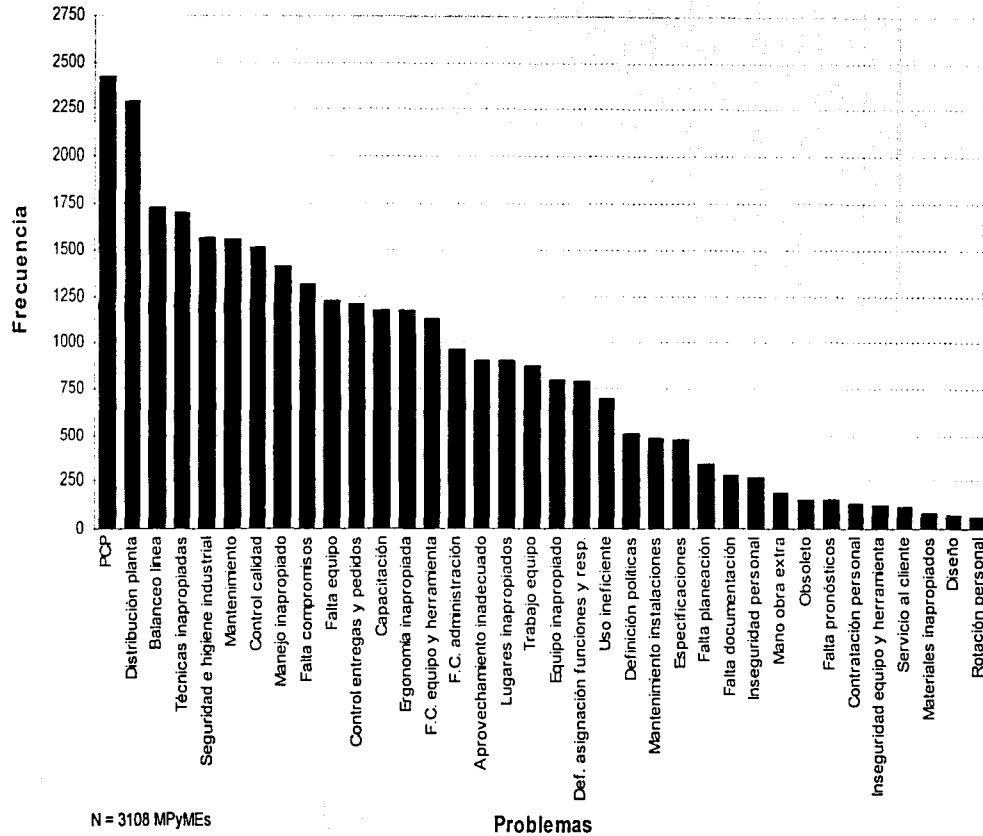
En la figura 2.5, se analizan los problemas de todas las MPyMEs manufactureras intervenidas por el TCRP. Reconociendo que falta de planeación y control de la producción (PCP) y la mala distribución de planta se presentan en más del 70% de las MPyMEs; además, existen 21 problemas que presentan una incidencia mayor al 20% de las empresas intervenidas.

La figura 2.6 presenta los problemas detectados de acuerdo al tamaño de la empresa. En general, el comportamiento de los problemas es similar en los tres estratos (micro, pequeña y mediana empresa). Sin embargo, ciertos problemas son identificados con mayor frecuencia en alguno de ellos. Por ejemplo: las empresas medianas reportan con mayor nivel: mala distribución de planta, falta de un adecuado balanceo de línea, aprovechamiento inadecuado de los materiales, etc.; las pequeñas: manejo inapropiado de los materiales, lugares inapropiados, especificaciones; y las micro: falta control de equipo y herramienta, falta de trabajo en equipo, definición de políticas, etc.

La figura 2.7 muestra los principales problemas identificados en tres ramas industriales, confección de prendas de vestir (3220); fabricación y reparación de muebles principalmente de madera, incluye colchones (3320); y elaboración de otros productos alimenticios de consumo humano (3121). Comparando los resultados se observa que existen algunas diferencias; por ejemplo: la rama 3220 presenta con mayor frecuencia problemas de: balanceo de línea, control de calidad, mantenimiento de equipo y herramienta; la rama 3320: seguridad e higiene industrial, falta control de equipo y herramienta; lugares inapropiados; y la rama 3121: técnicas inapropiadas, falta de trabajo en equipo, aprovechamiento inadecuado de los materiales.

<sup>19</sup> Se consideró a las MPyMEs registradas en la base de datos que presentaron la información pertinente para el análisis.

Figura 2.5 Problemas en los sistemas de producción de las MPyMEs<sup>20</sup>



**TESIS CON  
FALTA DE ORCEN**

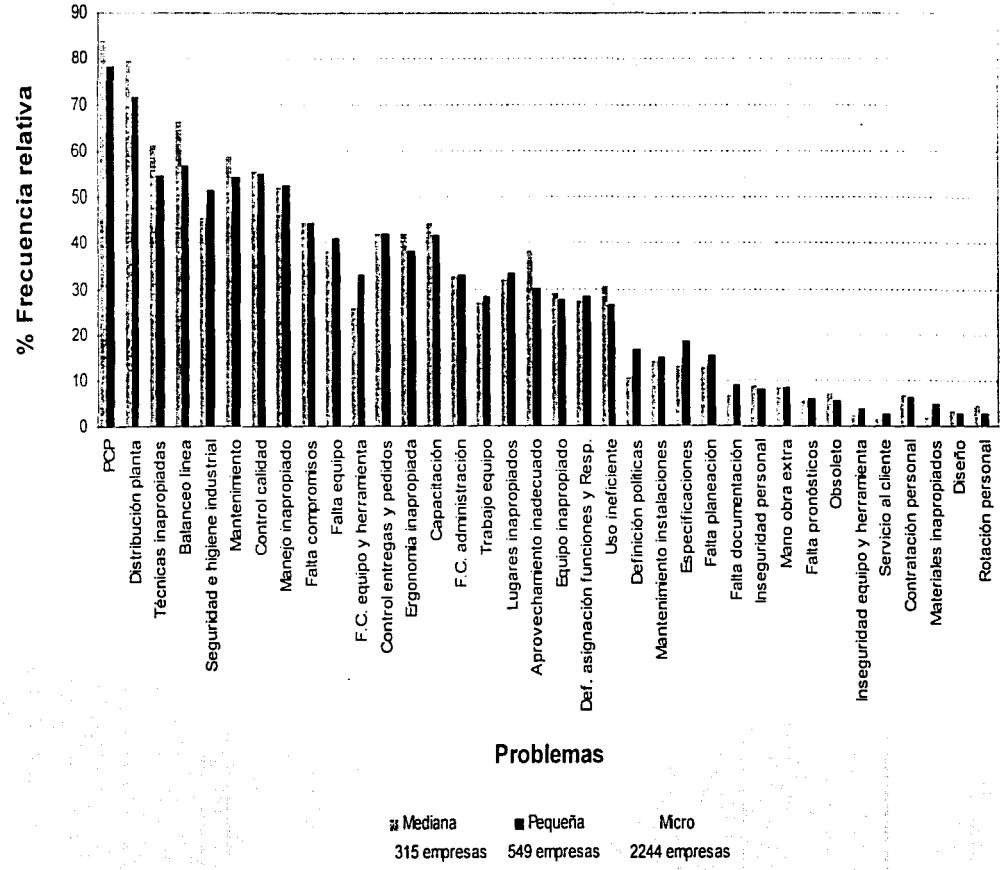
<sup>20</sup> Se consideró a las MPyMEs registradas en la base de datos que presentaron la información pertinente para el análisis.

ARCHIVO DE DATOS  
 2007 02 27



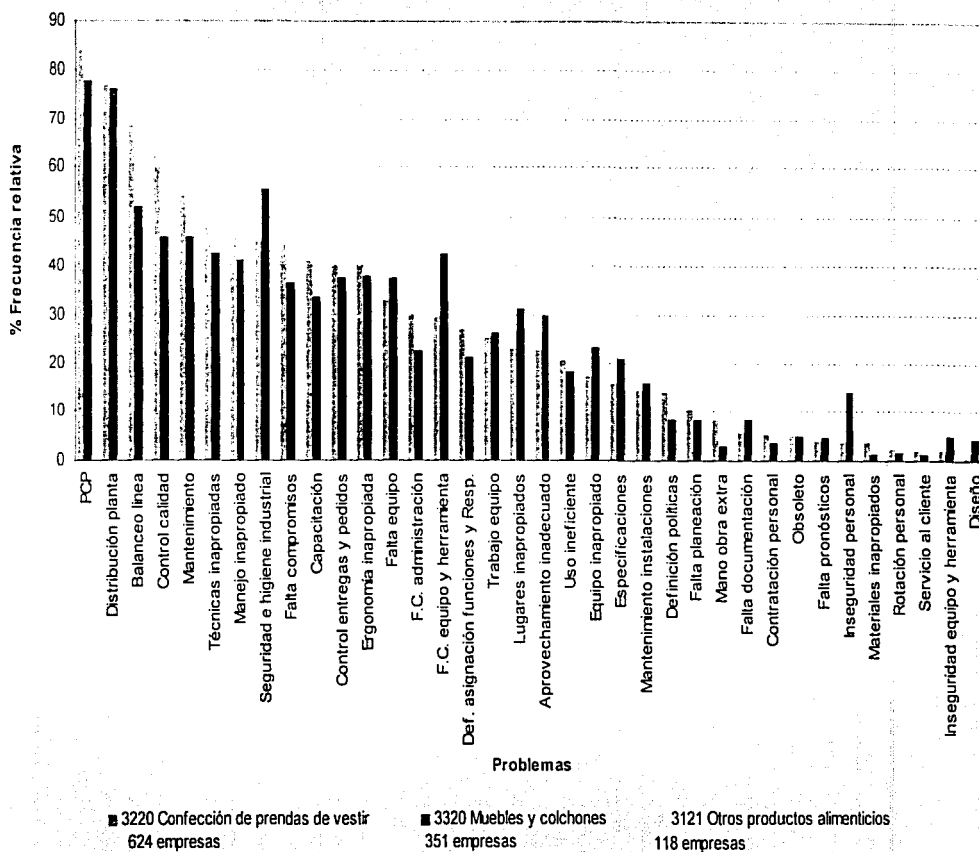
TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

Figura 2.6 Problemas en los sistemas de producción por tamaño de empresa<sup>21</sup>



<sup>21</sup> Se consideró a las MPyMEs registradas en la base de datos que presentaron la información pertinente para el análisis.

Figura 2.7 Problemas en los sistemas de producción por rama industrial<sup>22</sup>

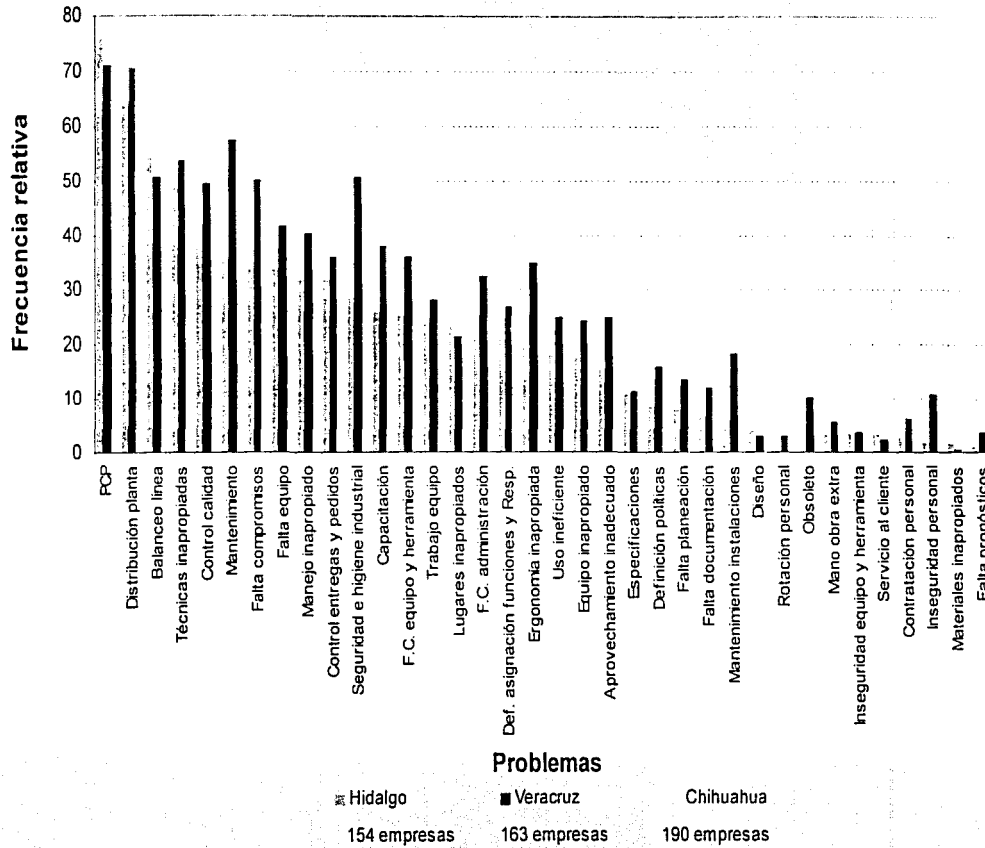


**TESIS CON  
 FALTA DE ORIGEN**

<sup>22</sup> Se consideró a las MPyMEs registradas en la base de datos que presentaron la información pertinente para el análisis.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Figura 2.8 Problemas en los sistemas de producción por entidad federativa<sup>23</sup>



<sup>23</sup> Se consideró a las MPyMEs registradas en la base de datos que presentaron la información pertinente para el análisis.

Los problemas en los sistemas de producción estratificados por entidad federativa, presentan notorias diferencias; en la figura 2.8, se muestra el comportamiento de los problemas de Hidalgo, Veracruz y Chihuahua. El estado de Veracruz presenta mayor frecuencia en la mayoría de los problemas; sin embargo, el estado de Hidalgo reporta mayor frecuencia en los problemas de: PCP, distribución de planta, lugares inapropiados, diseño del producto, rotación del personal, servicio al cliente y materiales inapropiados; y el estado de Chihuahua sobresa en los problemas de balanceo de línea, ergonomía inapropiada y equipo inapropiado.

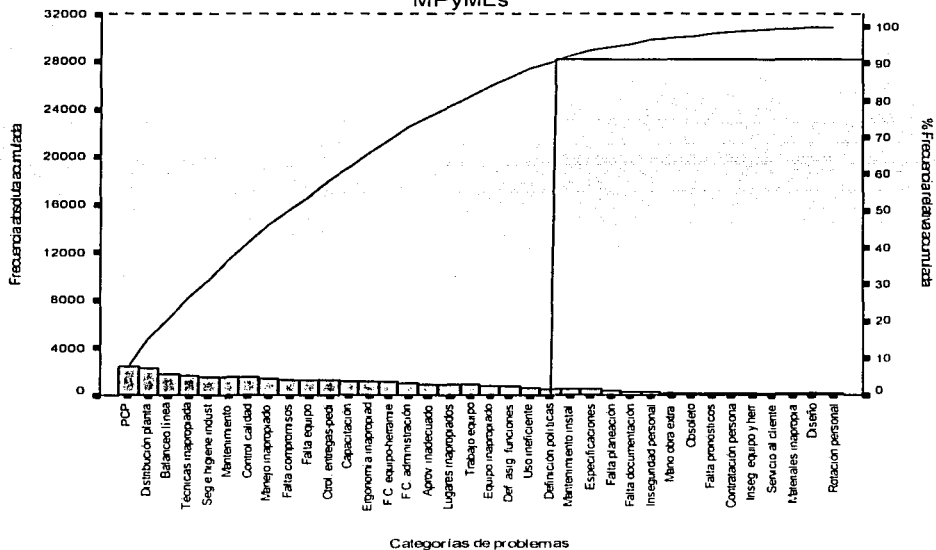
#### 2.4.3 Análisis de Pareto de los problemas de las MPyMEs

Con el objeto de proporcionar una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas en los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras, se presenta un diagrama de Pareto (figura 2.9 y tabla 2.12).

Al analizar el diagrama, se observa que los problemas con mayor relevancia aparecen a la izquierda de la gráfica y los de menor relevancia en la parte derecha. El 20.8% de la problemática (conjunto de problemas identificados e interpretados) de las MPyMEs se debe a tres problemas: PCP, distribución de planta y balanceo de línea; siendo la primera la que más registros ha acumulado. El 90.3% de la problemática, es ocasionada por 22 de los 36 problemas que corresponden al 61.1% del total de éstos; mientras que el otro 10% es causado por el 38.9% del total de los problemas, es decir, por 14 problemas.

Conociendo los problemas de mayor relevancia que aquejan a las MPyMEs, se pueden dirigir esfuerzos para mejorarlos con una mayor eficacia, pues al reducir los problemas más significativos, se logran mejoras más sustanciales que al reducir los menos significativos.

Figura 2.9. Diagrama de Pareto de los problemas en los sistemas de producción de las MPyMEs<sup>24</sup>



<sup>24</sup> Se consideró a las MPyMEs registradas en la base de datos que presentaron la información pertinente para el análisis.

**Tabla 2.13 Problemas identificados en las MPyMEs manufactureras<sup>25</sup>**

No.	Problema	Frecuencia absoluta	Frecuencia absoluta acumulada	% Frecuencia relativa unitaria	% Frecuencia relativa acumulada	% Problemas acumulados
1	PCP	2,425	2,425	7.8	7.8	2.8
2	Distribución planta	2,293	4,718	7.4	15.3	5.6
3	Balanceo línea	1,725	6,443	5.6	20.8	8.3
4	Técnicas inapropiadas	1,700	8,143	5.5	26.3	11.1
5	Seguridad e higiene industrial	1,570	9,713	5.1	31.4	13.9
6	Mantenimiento	1,567	11,280	5.1	36.5	16.7
7	Control calidad	1,519	12,799	4.9	41.4	19.4
8	Manejo inapropiado	1,415	14,214	4.6	46.0	22.2
9	Falta compromisos	1,315	15,529	4.3	50.2	25.0
10	Falta equipo	1,229	16,758	4.0	54.2	27.8
11	Control entregas y pedidos	1,215	17,973	3.9	58.1	30.6
12	Capacitación	1,176	19,149	3.8	61.9	33.3
13	Ergonomía inapropiada	1,175	20,324	3.8	65.7	36.1
14	F.C. equipo y herramienta	1,132	21,456	3.7	69.4	38.9
15	F.C. administración	967	22,423	3.1	72.5	41.7
16	Aprovechamiento inadecuado	911	23,334	2.9	75.5	44.4
17	Lugares inapropiados	910	24,244	2.9	78.4	47.2
18	Trabajo equipo	886	25,130	2.9	81.3	50.0
19	Equipo inapropiado	799	25,929	2.6	83.9	52.8
20	Def. asignación de funciones y resp.	792	26,721	2.6	86.4	55.6
21	Uso ineficiente	698	27,419	2.3	88.7	58.3
22	Definición políticas	511	27,930	1.7	90.3	61.1
23	Mantenimiento instalaciones	490	28,420	1.6	91.9	63.9
24	Especificaciones	482	28,902	1.6	93.5	66.7
25	Falta planeación	339	29,241	1.1	94.6	69.4
26	Falta documentación	278	29,519	0.9	95.5	72.2
27	Inseguridad personal	275	29,794	0.9	96.4	75.0
28	Mano obra extra	190	29,984	0.6	97.0	77.8
29	Obsoleto	158	30,142	0.5	97.5	80.6
30	Falta pronósticos	157	30,299	0.5	98.0	83.3
31	Contratación personal	142	30,441	0.5	98.5	86.1
32	Inseguridad equipo y herramienta	130	30,571	0.4	98.9	88.9
33	Servicio al cliente	119	30,690	0.4	99.3	91.7
34	Materiales inapropiados	84	30,774	0.3	99.5	94.4
35	Diseño	75	30,849	0.2	99.8	97.2
36	Rotación personal	70	30,919	0.2	100	100
	Total	30,919		100		

No. de MPyMEs analizadas	3,108
--------------------------	-------

<sup>25</sup> Se consideró a las MPyMEs registradas en la base de datos que presentaron la información pertinente para el análisis.

### **3. Generalidades del Análisis de Conglomerados**

Los desperdicios de los sistemas de producción que identificaron las MPyMEs manufactureras intervenidas por el Taller Compite de Reingeniería de Procesos (TCRP) se describen a través de un conjunto de 36 categorías de problemas. Los problemas identificados por las empresas se encuentran registrados en una base de datos, la cual permite estructurarlos en una matriz de 3108 empresas x 36 categorías de problemas. Esta diversidad de problemas conduce al análisis multivariante de interdependencia, el cual permite identificar la estructura subyacente de la problemática operativa; ofreciendo simplicidad, una manera de descripción e identificando nuevas relaciones entre ellos.

El método empleado en este trabajo es el Análisis de Conglomerados (AC), puesto que permite caracterizar los problemas de los sistemas de producción de las MPyMEs en un esquema manejable; es decir, dentro de varios grupos de problemas para poder tener una descripción más concisa y comprensible de la problemática con una pérdida mínima de información, y evitar tratar por separado los problemas.

El propósito de este capítulo es dar a conocer un panorama general de la teoría del análisis de conglomerados. La primera parte constituye una revisión introductoria de las técnicas multivariantes, tanto de dependencia como de interdependencia. Y en la segunda parte se describen los conceptos básicos y el conjunto de técnicas que utiliza el análisis de conglomerados.

### 3.1 Análisis multivariante

La estadística proporciona diferentes técnicas para recoger, clasificar, resumir y analizar datos que ayudan a resolver problemas y tomar decisiones razonables basadas en tales análisis. Estas técnicas pueden ser:

- Técnicas de análisis univariante que estudian un conjunto de datos a través de la información recogida por una única variable de cada individuo u objeto.
- Técnicas de análisis multivariante que permiten estudiar un conjunto de datos a partir de la información recogida por dos o más variables de cada individuo u objeto.

En un sentido amplio, el análisis multivariante se puede definir como un "conjunto de métodos que analizan las relaciones entre un número razonablemente amplio de medidas (variables) tomadas sobre cada objeto o unidad de análisis, en una o más muestras simultáneamente."<sup>26</sup>

Por ejemplo, en el presente trabajo, las unidades de análisis son cada una de las 3108 empresas registradas en el sistema de información que presentaron la lista de desperdicios categorizada y las variables corresponden a las 36 categorías de los problemas.

Esté conjunto de métodos es el que resulta necesario para el estudio de la problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras sin restarle importancia al estudio univariante, pues es el que proporciona información detallada de cada variable y sirve de soporte para el estudio multivariante.

---

<sup>26</sup> Martínez, Rosario. *El análisis multivariante en la investigación científica*, Madrid, La Muralla y Hespérides, 1999. p.10.

### 3.1.1 Clasificación de los métodos multivariantes

La clasificación se basa en tres juicios que el investigador debe hacer sobre el objeto a investigar y la naturaleza de los datos:

1. ¿Pueden dividirse las variables en dependientes o independientes?
2. Si la respuesta es afirmativa, ¿cuántas variables serán tratadas como dependientes simultáneamente?
3. ¿Cuáles son las escalas de medida de las variables?

La selección de la técnica adecuada depende, en gran parte, de las respuestas a las cuestiones anteriores, sin embargo, también depende de los objetivos y características particulares de la investigación en desarrollo.

La clasificación del análisis multivariante comprende el análisis de dependencia y el análisis de interdependencia.

#### Análisis de dependencia

Es aquel en el que una variable o conjunto de variables es identificado como la variable dependiente, la cual va ser explicada por otras variables conocidas como variables independientes.

De acuerdo con la naturaleza y el número de variables, hay distintos métodos de dependencia. En la tabla 3.1, se presentan algunos de estos métodos.

**Tabla 3.1 Métodos de dependencia**

Método	No. y tipo de vv. dd'	No. y tipo de vv.ii**	Usos principales
Regresión múltiple	1 variable métrica	p variables métricas	Predecir los cambios en la v.d. en respuesta a cambios en varias de las vv.ii.
Análisis discriminante	1 variable no métrica	p variables métricas	Estimar mediante combinaciones lineales de las vv.ii la pertenencia a los grupos establecidos en la v.d.
MANOVA MANCOVA	1 o mas variables métricas 1 o mas variables covariantes métricas	p variables no métricas	Medir las diferencias de las vv.dd. basadas en un conjunto de vv.ii El MANCOVA permite eliminar efectos de otras vv.ii. asociadas con las vv.dd.
Correlación canónica	q variables métricas	p variable métricas	Estimar la relación lineal entre combinaciones lineales de los dos conjuntos
Regresión logística	1 variable dicotómica	p variable métricas y/o no métricas	Estimar mediante una función de las vv.ii. la probabilidad de pertenencia a los dos grupos definidos en la v.d.

\* vv.dd.-variables dependientes.

\*\* vv.ii.- variables independientes.

#### Análisis de interdependencia

Es aquel en que todas las variables tienen el mismo estatus o consideración, no definiéndose variables independientes o dependientes; el procedimiento implica el análisis de todas las variables del conjunto simultáneamente para encontrar una estructura subyacente para el conjunto total de variables u objetos de un conjunto de datos. En la tabla 3.2 se presentan algunos de estos métodos.



**Tabla 3.2 Métodos de interdependencia**

Método	Núm. De variables	Tipo de variables	Usos principales
Análisis de conglomerados	p variables	Cuantitativas	Agrupar los objetos o variables en grupos homogéneos de la muestra
Análisis multidimensional	p variables	Dicotómicas Ordinales Cuantitativas	Explorar las dimensiones subyacentes en la percepción de estímulos o preferencias
Análisis factorial	p variables	Cuantitativas	Condensar la información contenida en un número de variables originales en un conjunto más pequeño de variables (factores) con una pérdida mínima de información
Análisis de correspondencias	p variables	Cualitativas	Reducción dimensional de una clasificación de objetos sobre un conjunto de atributos y el mapa perceptual de objetos relativos a estos atributos

### 3.2 Análisis de conglomerados

El Análisis de Conglomerados (AC), o Cluster Analysis (CA) es un método de interdependencia del análisis multivariante cuyo principal objetivo es clasificar un conjunto de objetos o de variables de acuerdo con su similitud en una serie de grupos; a éstos se les denomina conglomerados o clusters. Los conglomerados resultantes deben mostrar homogeneidad de los objetos agrupados y heterogeneidad entre ellos, es decir, los objetos dentro de los conglomerados estarán muy próximos entre sí, mientras que los distintos grupos o conglomerados estarán alejados.

Los objetivos que persigue el AC, además de la formulación de una clasificación son la identificación de relación entre los objetos o variables y la simplificación de la información, ya que los grupos formados son más fáciles de manejar que las observaciones individuales.

La aplicación del AC en los problemas de producción identificados por las empresas en estudio permite identificar su estructura subyacente, clasificando los problemas de acuerdo con su similitud en una serie de conglomerados, lo que a su vez permite la simplificación e identificación de relación de los problemas.

El análisis de conglomerados puede recibir nombres distintos dependiendo del área de aplicación: técnica Q, tipologías, métodos de clasificación, taxonomía numérica, entre otros. Esta variedad de nombres se debe en parte a su uso en ámbitos tan diversos como la psicología, biología, sociología, investigación de mercados, etc. Aunque los nombres difieren entre especialidades, todos tienen como objetivo común la clasificación de los objetos o variables de estudio.

El AC se puede considerar como descriptivo, pues se utiliza fundamentalmente como una técnica de exploración; aunque también se puede utilizar para efectos confirmatorios, por ejemplo: si se quiere comparar una estructura ya propuesta a un conjunto de objetos o variables.

Para llevar a cabo este análisis es necesario tratar tres cuestiones básicas:

- Similitud entre los objetos o variables

Para medir la cercanía o parecido entre pares de objetos o variables que van a ser agrupados se utilizan las medidas de proximidad. El AC toma estas medidas entre todos los objetos y los más cercanos o similares son los que entran a un primer conglomerado o grupo, después se recalculan las medidas de proximidad de este primer grupo con los objetos restantes y se continúan formando los grupos. Estas medidas se agrupan en similitudes y disimilitudes.

- **Formación de los conglomerados**

La metodología para formar los conglomerados comprende diferentes algoritmos, los cuales tienen como fin maximizar las diferencias entre los conglomerados relativas a la variación dentro de los conglomerados. Estos algoritmos se clasifican en jerárquicos y no jerárquicos, donde los primeros se dividen en aglomerativos y divisivos.

- **Elección del número de conglomerados adecuados al análisis**

La definición del número de conglomerados para obtener la solución *cluster* definitiva debe ser dada por el juicio del investigador, quien debe considerar la distancia entre los conglomerados; el conglomerado se hace menos similar a medida que la distancia aumenta, es decir, si el número de conglomerados disminuye, la homogeneidad dentro de ellos necesariamente disminuye. Por tanto, el investigador debe buscar un equilibrio entre la definición de las estructuras más básicas que todavía mantienen un nivel adecuado de similitud dentro de los conglomerados.

En los siguientes apartados se abordan estos tres asuntos básicos del AC con más detalle. Sin embargo, también se presentan otras cuestiones que se deben tomar en cuenta en el AC; tal es el caso de la selección de variables y exploración de los datos, los supuestos a considerar, así como la interpretación de los resultados y validación de los conglomerados.

### **3.2.1 Selección de variables y exploración inicial de los datos**

Antes de comenzar con el procedimiento de AC es necesario realizar una revisión de las variables a utilizar, así como de los datos a tratar en el estudio, dado que los resultados de este análisis dependen en gran parte de estos dos factores.

#### **Selección de variables**

La selección inicial de un conjunto particular de medidas utilizadas para describir a cada objeto constituye un marco de referencia dentro del cual se establecerán los conglomerados o grupos. El investigador debe incluir todos aquellos atributos que caractericen los objetos tomando en cuenta elementos teóricos, conceptuales, prácticos, así como aquellos que a su juicio en el campo de estudio se consideren relevantes para el objetivo del AC.

#### **Datos ausentes**

Los datos ausentes son algo habitual en el análisis multivariante, su gravedad depende del número de datos ausentes y de su causa. Cuando los procesos de ausencia de datos son desconocidos, el analista se puede preguntar si los datos ausentes están distribuidos aleatoriamente entre las observaciones y en que medida éstos son relevantes. El impacto de los datos ausentes puede ser perjudicial, no solamente por los sesgos que puedan ocasionar en los resultados de algún análisis, sino también por su efecto en el tamaño de la muestra.

Las causas que originan la ausencia de los datos pueden clasificarse en dos: cualquier proceso externo a los objetos (problemas al recoger los datos) y/o alguna acción por parte de los objetos (como rehusar a responder). En estas situaciones, se tiene poco control en el proceso de ausencia de datos, pero si las observaciones ausentes son de carácter aleatorio se pueden aplicar ciertas soluciones como utilizar solo las observaciones con datos completos, la imputación de los datos ausentes a través de la estimación de los valores que son válidos en otras variables u observaciones, etc. Pero, si no se aplican soluciones para la

ausencia de los datos, no se debe incluir ninguna observación con valores faltantes para cualquiera de las variables.

### **Datos atípicos**

Los datos atípicos son observaciones con valores extremos en una variable o en una combinación de variables, y son reconocibles por ser distintos de las restantes observaciones; estos datos pueden ser: a causa de la introducción incorrecta de datos en el archivo, a que los datos no pertenecen a la población objetivo de la que se ha obtenido la muestra, o a que los datos tienen valores extraordinarios con relación a los datos restantes.

El AC es sensible a los atípicos pues distorsionan la verdadera estructura subyacente, es decir, los datos atípicos hacen que los conglomerados deducidos no sean representativos de la verdadera estructura de la población. Por esta razón, es recomendable detectar los datos atípicos y darles el debido tratamiento (eliminarlos o mantenerlos).

### **Estandarización de datos**

En muchas ocasiones las variables que describen a los objetos tienen diferentes unidades de medida, además pueden ser variables con escalas de medida diferentes, con escala nominal, ordinal, de intervalo, etc., como consecuencia al aplicar datos no estandarizados en el análisis de conglomerados se corre el riesgo de obtener inconsistencias en las soluciones *cluster*, pues el orden de las similitudes puede cambiar drásticamente con estas diferencias.

La forma más común de estandarización es la conversión a escala típica, que sería una métrica y normalizada. Una alternativa cuando los valores son de distintos tipos es aplicar análisis separados del mismo conjunto de objetos, donde cada análisis comprende variables de un solo tipo e intenta sintetizar los resultados de los distintos estudios.

## **3.2.2 Supuestos del análisis de conglomerados**

En el AC es necesario considerar dos cuestiones: la representatividad de la muestra y la presencia de multicolinealidad.

### **Representatividad de la muestra**

Rara vez tiene el investigador un censo de la población con el fin de utilizarlo en el AC. Normalmente se obtiene una muestra de objetos de una población y se espera que los conglomerados obtenidos de ella sean representativos de la estructura de la población original. El investigador debe tener siempre presente que este análisis será tan bueno como lo sea la representatividad de la muestra.

### **Multicolinealidad**

La multicolinealidad representa el grado en el que cualquier efecto de una variable puede ser explicada por las otras variables del análisis. A medida que aumenta la multicolinealidad, la capacidad para definir el efecto de cualquier variable disminuye. Por tanto, cuando el AC es aplicado con el fin de clasificar a los objetos a partir de una serie de variables, y algunas de las variables son poco relevantes se pueden tener efectos dañinos que conducen a una incorrecta definición de la estructura de solución del fenómeno en estudio.

La multicolinealidad en el AC es un proceso de ponderación oculto al observador, que afecta el análisis de la medida de proximidad. Las variables que son multicolineales están implícitamente ponderadas con más fuerza. Por esta razón, el investigador debe fomentar el estudio de las variables utilizadas en este análisis para poder hallar así la posible multicolinealidad. Si se encuentra multicolinealidad en las variables empleadas para la clasificación de objetos, habrá que conseguir la presencia de igual número de ellas en cada conjunto multicolineal formado o usar una de las medidas de distancia que contemplan esta situación para compensar la correlación existente.

### 3.2.3 Medidas de proximidad

La proximidad es una medida de correspondencia entre los objetos o variables, y es calculada para todos los pares de objetos o variables.

El punto de partida para la obtención de una matriz de proximidades es una matriz  $X$  de  $n \times p$  donde hay  $n$  objetos y cada uno tiene valores para  $p$  variables, a partir de esta matriz se realizan los cálculos correspondientes para la obtención de los coeficientes de disimilaridad o similaridad, según sea el caso, que dan lugar a la matriz de proximidades.

Es decir, esta matriz permite cuantificar el grado de similitud-semejanza o la disimilitud-desemejanza entre las variables u objetos a partir de sus coeficientes. Además, puede existir una matriz de similaridad (S) y/o de disimilaridad (D), es decir, las proximidades pueden medirse a través de dos métodos: las medidas de similaridad y las medidas de disimilaridad.

Las medidas de similaridad comprenden las medidas de correlación y las de asociación, y las medidas de disimilaridad incorporan las distancias. Entre más parecidos sean los objetos o variables, la medida de similaridad aumentará mientras que la medida de disimilaridad disminuirá y viceversa.

Por otro lado, no existe alguna regla que permita decidir qué medida de disimilaridad o similaridad es la más conveniente, esto depende de la naturaleza de los objetos, de las variables y de la finalidad del análisis. Por ejemplo algunas medidas requieren de datos métricos, y otras de datos no métricos.

#### Medidas de similaridad

Las medidas de similaridad son conocidas como coeficientes de asociación y coeficientes de correlación. Los coeficientes de asociación se utilizan para comparar objetos cuyas características se miden sólo en términos no métricos y los coeficientes de correlación exigen datos métricos.

Ambas medidas indican la intensidad de la relación entre dos objetos o dos variables  $i$  y  $j$ . A mayor valor del coeficiente calculado mayor proximidad entre los pares de objetos o variables y, viceversa cuanto menor sea el coeficiente, menor proximidad.

Cada  $i$ -ésimo objeto será representado por un vector de observaciones  $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip})$  sobre las  $p$  variables. Entonces, si  $x_i$  y  $x_j \in \mathcal{X}^p$ , la similaridad entre  $i$  y  $j$  (objetos) se puede definir como una función  $r$  que mapea  $\mathcal{X}^p \rightarrow \mathcal{X}^1$  si satisface los siguientes axiomas:

- i.  $0 \leq r(i, j) \leq 1$  para todo  $i, j \in \mathcal{X}^p$
- ii.  $r(i, i) = 1$
- iii.  $r(i, j) = 1$  si y solo si  $i = j$
- iv.  $r(i, j) = r(j, i)$

▪ **Medidas de asociación**

Las medidas de asociación son las medidas de similaridad para variables nominales o cualitativas (no métricas). Estas se utilizan comúnmente en variables dicotómicas o binarias, variables que pueden tomar solamente dos valores como 0 y 1, 0 para indicar la ausencia de una determinada característica y 1 para indicar la presencia de la misma.

Con este tipo de variables se puede construir una tabla de contingencia 2x2 para cada par de objetos o par de variables  $i, j$ , donde cada entrada suma el número de atributos u objetos que son o no comunes en ambos objetos o variables (tabla 3.3).

**Tabla 3.3** Tabla de contingencia para dos variables

		Variable $j$		
		Presencia (+)	Ausencia (-)	Suma
Variable $i$	Presencia (+)	a	b	a+b
	Ausencia (-)	c	d	c+d
	Suma	a+c	b+d	a+b+c+d

donde:

a = el número de objetos presentes tanto en la variable  $i$  como en la variable  $j$

b = el número de objetos presentes en la variable  $i$  pero ausentes en  $j$

c = el número de objetos ausentes en  $i$  pero presentes en  $j$

d = el número de objetos ausentes en ambos individuos

A partir de esta tabla se pueden combinar las cantidades a, b, c, d para obtener distintos coeficientes de asociación. Cabe mencionar que aunque  $r(i, j)$  es la notación general para expresar el grado de relación entre dos objetos o dos variables, las medidas de asociación utilizan como notación las iniciales del autor que propuso la medida de similaridad; en la tabla 3.4 se muestran algunas de estas medidas.

**Tabla 3.4** Medidas o coeficientes de similaridad para datos binarios

Rusell y Rao $RR_{ij} = \frac{a}{a+b+c+d}$	Kulczynski $K_{ij} = \frac{a}{b+c}$	Sokal y Sneath (1) $SS1_{ij} = \frac{2(a+d)}{2(a+d)+b+c}$
Parejas simples $PS_{ij} = \frac{a+d}{a+b+c+d}$	Rogers y Tanimoto $RT_{ij} = \frac{a+d}{a+d+2(b+c)}$	Sokal y Sneath (2) $SS2_{ij} = \frac{a}{a+2(b+c)}$
Jaccard $J_{ij} = \frac{a}{a+b+c}$	Dice, Czekanowski y Sorensen $D_{ij} = \frac{2a}{2a+b+c}$	Sokal y Sneath (3) $SS3_{ij} = \frac{a+d}{b+c}$

La elección de un determinado coeficiente depende de los pesos relativos que se den a los valores a, b, c, d.

- **Medidas de correlación**

El coeficiente de correlación se utiliza cuando se dispone de datos cuantitativos; para obtener el valor del coeficiente de correlación entre ambos objetos  $i, j$ , se debe calcular el coeficiente de correlación para  $x_{i1}$  con  $x_{j1}$ ,  $x_{i2}$  con  $x_{j2}$  y así sucesivamente.

$$r_{ij} = \frac{\sum_k (x_{ik} - \bar{x}_{i\cdot})(x_{jk} - \bar{x}_{j\cdot})}{\left\{ \sum_k (x_{ik} - \bar{x}_{i\cdot})^2 \sum_k (x_{jk} - \bar{x}_{j\cdot})^2 \right\}^{1/2}} \quad (3.1)$$

donde:

$$-1 \leq r_{ij} \leq 1$$

$$k = 1, 2, \dots, p$$

$\bar{x}_{i\cdot}$  = media sobre todas las variables del objeto  $i$

$\bar{x}_{j\cdot}$  = media sobre todas las variables del objeto  $j$

Este coeficiente es criticado por varios autores, pues no cumple con el axioma (i) de las medidas de similitud, además,  $r_{ij} = 1$  no significa que  $x_i = x_j$ , a menos que los elementos de  $x_i$  estén linealmente relacionados a los de  $x_j$ .

### **Medidas de disimilitud**

Las medidas de disimilitud son denominadas medidas de distancia y son utilizadas tanto para datos métricos, binarios o frecuencias. Estas distancias son medidas de diferencia donde los valores elevados indican una menor similitud.

Una medida de distancia entre dos objetos  $x_i$  y  $x_j$  es una función  $d$  que mapea  $\mathfrak{R}^p \rightarrow \mathfrak{R}^1$  y satisface los siguientes axiomas:

- i.  $d(i, j) \geq 0$  para todo  $i, j \in \mathfrak{R}^p$
- ii.  $d(i, i) = 0$
- iii.  $d(i, j) = d(j, i)$  para todo  $i, j \in \mathfrak{R}^p$

- **Medidas de distancia**

En la tabla 3.5 se presentan algunas de las medidas de distancia para datos de intervalo (métricos), frecuencias y datos binarios.

**Tabla 3.5 Medidas de distancia**

<b>Medidas para escalas de intervalo</b>	
<i>Distancia euclídea</i> $d_{ij} = \left\{ \sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2 \right\}^{1/2}$	<i>Distancia de Manhattan o City-Block</i> $d_{ij} = \sum_{k=1}^p  x_{ik} - x_{jk} $
<i>Distancia euclídea al cuadrado</i> $d_{ij} = \sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2$	<i>Distancia de Minkowski</i> $d_{ij} = \left\{ \sum_{k=1}^p  x_{ik} - x_{jk} ^\lambda \right\}^{1/\lambda}$ para $\lambda \geq 1$
<i>Distancia de Chebychev</i> $d_{ij} = \max  x_{ik} - x_{jk} $	
<b>Medidas para tablas de frecuencia</b>	
<i>ji - cuadrada</i> $\chi_{ij}^2 = \left\{ \sum_{k=1}^p \frac{(x_{ik} - E(x_{ik}))^2}{E(x_{ik})} + \sum_{k=1}^p \frac{(x_{jk} - E(x_{jk}))^2}{E(x_{jk})} \right\}^{1/2}$	
<i>fi - cuadrada</i> $\phi_{ij}^2 = \left\{ \frac{\sum_{k=1}^p \frac{(x_{ik} - E(x_{ik}))^2}{E(x_{ik})} + \sum_{k=1}^p \frac{(x_{jk} - E(x_{jk}))^2}{E(x_{jk})}}{N} \right\}^{1/2}$	
<b>Medidas para datos binarios</b>	
<i>Distancia euclídea</i> $d_{ij} = \sqrt{b+c}$	<i>Distancia euclídea al cuadrado</i> $d_{ij} = b+c$
<i>Diferencia de tamaño</i> $T_{ij} = \frac{(b-c)^2}{(a+b+c+d)^2}$	<i>Diferencia de patrón</i> $P_{ij} = \frac{bc}{(a+b+c+d)^2}$
<i>Lance y Williams</i> $LW_{ij} = \frac{b+c}{2a+b+c}$	<i>Variación</i> $V_{ij} = \frac{b+c}{4(a+b+c+d)}$
<p>donde:  <math>k = 1, 2, \dots, p</math>  <math>i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip})</math>  <math>j = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jp})</math>  <math>E(x_{ik})</math> = frecuencia esperada de <math>x_{ik}</math>  <math>a, b, c, d</math> referirse a la tabla 4.1.</p>	

Entre las medidas de distancia, la más utilizada es la distancia Euclídea, que es la longitud de la hipotenusa de un triángulo rectángulo entre dos puntos. Esta distancia es sensible a las diferencias en escala de las variables, es decir si una de las variables tiene mayor variabilidad que las otras, ésta influirá en el cálculo de las distancias.

Las medidas de distancia para tablas de frecuencias están basadas en la prueba de comparación de dos distribuciones de frecuencias y en el hecho que las frecuencias esperadas ( $E$ ) están calculadas a partir de la hipótesis de independencia entre los elementos. Estas medidas dependen en gran medida del tamaño de la muestra al que hacen referencia los dos elementos que se comparan. La diferencia que existe entre ji-cuadrada y fi-cuadrada, es que ésta última toma en cuenta el número de elementos que intervienen en la comparación ( $N$ ).

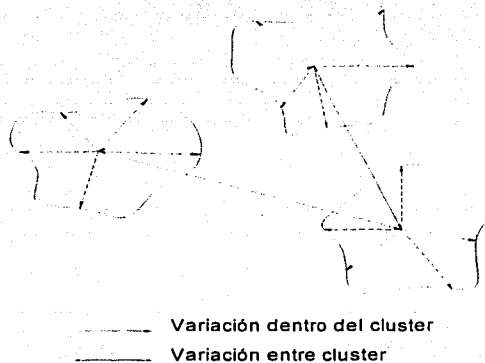
Las distancias para datos binarios, al igual que en las medidas de similitud, dependen del grado de importancia que se le da a la frecuencia de la tabla de contingencia entre dos objetos o variables (tabla 3.3). Es decir, las medidas de distancia pueden dar un tratamiento igualitario a los cuatro valores de las celdas de la tabla (a, b, c, d), o excluir alguno o algunos de ellos, o ponderar en mayor medida unos que otros.

Finalmente, el investigador debe tener en cuenta que diferentes medidas de proximidades o cambios en la escala de variables pueden llevar a diferentes soluciones *cluster*.

### 3.2.4 Algoritmos para la obtención de conglomerados

Con las variables seleccionadas y la matriz de proximidades calculada, comienza el proceso de partición o formación de grupos. Existen diferentes algoritmos para la obtención de estos conglomerados, pero todos tienen como objetivo maximizar las diferencias entre los conglomerados así como minimizar las diferencias dentro de los conglomerados, tal y como se muestra en la figura 3.1.

Figura 3.1 Diagrama de conglomerados que muestra la variación dentro y entre conglomerados



Los algoritmos para la obtención de conglomerados se dividen en jerárquicos y no jerárquicos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## Procedimientos jerárquicos

Los procedimientos jerárquicos consisten en la construcción de una estructura en forma de árbol. Existen dos tipos de métodos jerárquicos para la obtención de conglomerados: aglomerativos y divisivos.

- **Métodos aglomerativos**

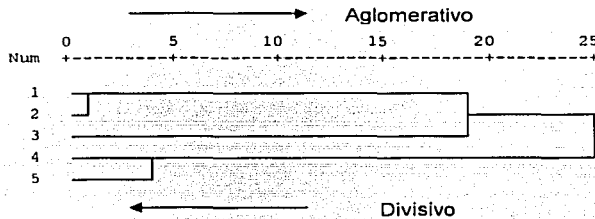
Con estos métodos se van integrando conglomerados de objetos o variables cada vez más grandes hasta que todos ellos forman parte de un grupo, de modo que cuando comienza el análisis tendremos tanto conglomerados como objetos o variables y al finalizar un conglomerado único.

- **Métodos divisivos**

El conglomerado por división comienza con todos los objetos o variables agrupados en un sólo conglomerado. Los conglomerados se dividen hasta que cada objeto o variable sea un grupo independiente.

Una característica de los procedimientos jerárquicos es que los resultados obtenidos en un paso previo siempre necesitan encajarse dentro de los resultados del siguiente paso, creando un árbol. Dado que los conglomerados solo se forman por combinación o división de los conglomerados existentes, cualquier miembro de un conglomerado se puede rastrear hasta su origen por simple observación. La representación de este proceso se llama dendograma o gráfico en forma de árbol. En la figura 3.2 se muestra un dendograma, donde los métodos aglomerativos van de izquierda a derecha y los métodos divisivos de derecha a izquierda.

Figura 3.2 Dendograma ilustrativo de la obtención de conglomerados jerárquicos



Una vez formado un conglomerado, los objetos o variables unidos no podrán ser separados si se utilizó un método de aglomeración y no podrán reunirse los objetos o variables nuevamente si se utilizó un método divisivo.

- **Métodos aglomerativos**

Este método reduce los datos a un sólo conglomerado conteniendo todos los objetos o variables, es decir, las particiones de los datos son de  $P_g$  a  $P_1$ , donde  $P_g$  consiste de  $g$  conglomerados con un solo objeto o variable y  $P_1$  consiste de un solo grupo conteniendo a los  $g$  objetos o variables.

Cada observación comienza dentro de su propio conglomerado, en etapas posteriores las dos observaciones o conglomerados más cercanos se fusionan en un nuevo conglomerado, reduciendo así el número de conglomerados paso a paso. En algunos casos una tercera observación se une a los dos primeros grupos en un conglomerado. En otros, dos grupos

formados en un paso anterior pueden unirse en un nuevo conglomerado. Eventualmente, todas las observaciones se agrupan en un mismo conglomerado.

Los métodos de aglomeración que se utilizan con frecuencia son los métodos de enlace, el método de Ward y el método centroide.

▪ Métodos de enlace

a. Enlace sencillo o encadenamiento simple. Se basa en la distancia mínima o la regla del vecino más cercano. Los primeros dos objetos o variables agrupados son aquellos que tienen la menor distancia entre sí. La siguiente distancia más corta se identifica, ya sea que el tercer objeto o variable se agrupe con los dos primeros o que se forme un nuevo conglomerado de dos objetos o variables. En cada etapa, la distancia entre dos conglomerados es la distancia entre sus dos puntos más próximos. Si  $C1$  y  $C2$  son dos conglomerados, entonces la distancia entre ellos es la disimilaridad más pequeña entre un miembro de  $C1$  y  $C2$ :

$$d_{(C1)(C2)} = \min\{d_{ij} : i \in C1, j \in C2\} \quad (3.2)$$

donde:

$i$  y  $j$  denotan objetos o variables.

Es decir, en cualquier etapa, un nuevo conglomerado surge por el enlace sencillo más corto entre dos previos. Este proceso continúa hasta que todos los objetos o variables se encuentren en un solo conglomerado (figura 3.3).

b. Enlace completo o encadenamiento completo. Se basa en la distancia máxima o la estrategia del vecino más lejano; la distancia entre dos conglomerados se calcula como la distancia entre sus puntos más lejanos. Sean  $C1$  y  $C2$  dos conglomerados, entonces la distancia entre ellos está definida como la disimilaridad más grande entre un miembro de  $C1$  y  $C2$ :

$$d_{(C1)(C2)} = \max\{d_{ij} : i \in C1, j \in C2\} \quad (3.3)$$

donde:

$i$  y  $j$  denotan objetos o variables.

El enlace completo vincula todos los objetos o variables de un conglomerado con el resto a alguna distancia máxima o por la mínima similaridad (figura 3.3).

c. Enlace promedio o encadenamiento medio. La distancia entre dos conglomerados se define como el promedio de las distancias entre todos los pares de objetos o variables, uno de un conglomerado y uno del otro. Sean  $C1$  y  $C2$  conglomerados, entonces la distancia entre ellos está definida como el promedio de las  $n_1 n_2$  disimilaridades entre todos los pares, esto es:

$$d_{(C1)(C2)} = \frac{1}{n_1 n_2} \sum_{i \in C1} \sum_{j \in C2} d_{ij} \quad (3.4)$$

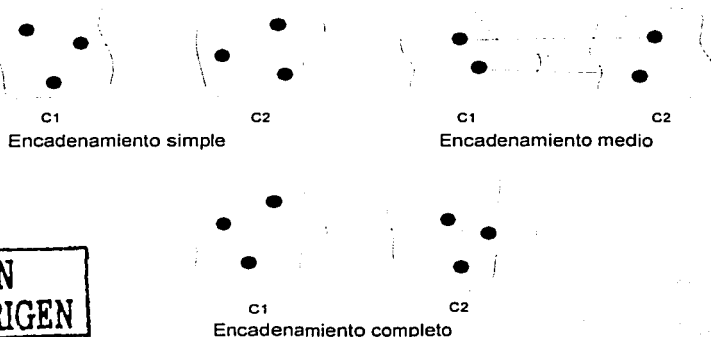
donde:

$i$  y  $j$  denotan objetos o variables.

$n_1$  y  $n_2$  los tamaños de los conglomerados.

Este método emplea la información sobre todos los pares de distancias, no sólo las mínimas o máximas. El enfoque de este método tiende a combinar los conglomerados con variaciones reducidas dentro del conglomerado (figura 3.3).

Figura 3.3 Métodos de enlace



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

▪ Método de Ward

Ward (1963) propuso un método para formar conglomerados basado en la mínima pérdida de información, que resulta de la agrupación de los objetos en los conglomerados. La pérdida de información es definida en términos del criterio de error de las sumas de cuadrados (ESC). En cada paso dentro del análisis, se considera la unión de todo posible par de conglomerados, y los dos conglomerados cuya fusión da como resultado un mínimo incremento en pérdida de información son combinados. La pérdida de información se define por la siguiente expresión:

$$ESC = \sum_{m=1}^g E_m \quad (3.5)$$

$$E_m = \sum_{l=1}^{n_m} \sum_{k=1}^p \left( x_{ml,k} - \frac{1}{n_m} \sum_{l=1}^{n_m} x_{ml,k} \right)^2 \quad (3.6)$$

donde:

$x_{ml,k}$  es el valor de la  $k$ -ésima variable en el  $l$ -ésimo elemento del  $m$ -ésimo conglomerado.  
 $k = (1, \dots, p)$  y  $l = (1, \dots, n_m)$

En cada paso los conglomerados que se van formando son aquéllos que resultan en un menor incremento de la suma global de distancias al cuadrado dentro del conglomerado (figura 3.4).

▪ Método del centroide

En el método del centroide, la distancia entre dos conglomerados es la distancia entre sus centroides o su vector de medias, como se muestra en la figura 3.4. Cada vez que se

agrupan los objetos, se calcula un centroide nuevo. La forma de calcular el centroide es utilizando las medias para todas las variables:

$$x_{m,k} = \frac{1}{n_m} \sum_{l=1}^{n_m} x_{ml,k} \quad (3.7)$$

donde:

$m$  es el  $m$ -ésimo conglomerado.

$n_m$  es el número de objetos en el conglomerado  $m$ -ésimo.

$l$  es el  $l$ -ésimo objeto de el  $m$ -ésimo conglomerado.

$k = (1, \dots, p)$ .

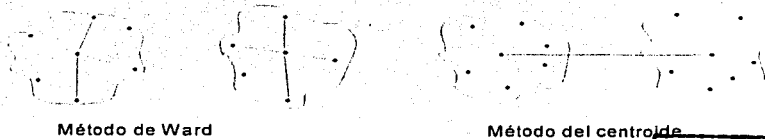
Sean  $C_1$  y  $C_2$  dos conglomerados, entonces la distancia entre los centroides de estos conglomerados esta definida por la siguiente expresión:

$$d_{(C_1)(C_2)} = P(x_{C_1}, x_{C_2}) \quad (3.8)$$

donde:

$P$  es una medida de proximidad como la distancia euclídea.

Figura 3.4 Método de Ward y del centroide



#### ▪ Métodos divisivos

Los métodos divisivos separan los  $g$  objetos o variables sucesivamente en agrupaciones más pequeñas. Se comienza con un gran conglomerado que contiene todas las observaciones, en las etapas que prosiguen, los objetos o variables que son más diferentes se dividen y se forman conglomerados más pequeños. Este proceso continúa hasta que cada objeto o variable es un conglomerado en sí mismo. Lo que distingue a los métodos divisivos es como se efectúa la división inicial y como los conglomerados ya formados son subdivididos.

Estos métodos se clasifican en monotéticos, dividen a los datos basándose en una sola variable y los politéticos donde las divisiones están basadas en todas las variables.

#### Procedimientos no jerárquicos

Estos procedimientos realizan una sola partición de los objetos en  $r$  grupos, lo que implica que previamente se debe fijar este número de grupos. Es decir, se produce una partición de los objetos o variables para un número particular de grupos a través de la maximización o minimización de algún criterio.

Las técnicas no jerárquicas están basadas en: como se inician los conglomerados y como deben ser colocados los objetos en cada uno de ellos, y como son reasignados algunos o

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

todos los objetos que ya estaban agrupados en otros conglomerados porque tal vez su asignación inicial fue realmente inadecuada.

El primer paso de estos procedimientos es seleccionar una semilla como centro de conglomerado inicial, y todos los objetos o variables que se encuentren dentro de una distancia umbral previamente especificada se incluyen en el conglomerado resultante. Entonces se selecciona otra semilla del conglomerado y la asignación continúa hasta que todos los objetos están asignados. Los objetos pueden entonces asignarse si están cercanos a otro conglomerado que no sea el original. Existen diferentes aproximaciones para seleccionar las semillas de conglomerado.

Estos procedimientos de formación de conglomerados no jerarquizados se denominan frecuentemente como aglomeración de  $k$ -medias y normalmente utilizan uno de las siguientes tres aproximaciones para asignar las observaciones individuales de uno de los conglomerados:

a. Método del umbral secuencial. Se selecciona un centro de grupo y se agrupan todos los objetos dentro de un valor de umbral que se especifica previamente a partir del centro. Después, se selecciona un nuevo centro o semilla de grupo y el proceso se repite para los objetos sin agrupar. Una vez que un objeto se agrupa con una semilla, ya no se considera para su conglomerado con semillas subsecuentes.

b. Método del umbral paralelo. Funciona de manera similar al umbral secuencial, excepto que se seleccionan simultáneamente varios centros de grupo y se agrupan los objetos del nivel del umbral dentro del centro más próximo.

c. Método de división para la optimización. Difiere de los otros dos procedimientos de umbral en que los objetos pueden reasignarse posteriormente a otros grupos, a fin de optimizar un criterio general, como la distancia promedio dentro de los grupos para un número determinado de conglomerados.

Es difícil hacer recomendaciones sobre el algoritmo para la obtención de conglomerados más adecuado, ninguno de los métodos garantiza una óptima agrupación de los objetos o variables. Los procedimientos jerárquicos tienen la ventaja de ser los más rápidos pero pueden arrastrar combinaciones indeseables a lo largo de todo el análisis y provocar así resultados inadecuados. Los procedimientos no jerárquicos tienen dos desventajas importantes respecto a los jerárquicos: debe especificarse previamente el número de grupos y la selección de los centros o semillas de cada grupo puede ser arbitraria; sin embargo, para emplearlos eficazmente, el investigador debe poseer una habilidad al seleccionar las semillas, es decir, se debe emplear una semilla no aleatoria; por lo contrario, tienen una ventaja con respecto a los jerárquicos, los resultados de los primeros son menos sensibles a los valores atípicos, a la medida de distancia y a la inclusión de variables irrelevantes o inapropiadas.

### 3.2.5 Elección del número de conglomerados

Un problema del AC es la elección del total de conglomerados a formar (también denominada como regla de parada). Desgraciadamente, no existe un proceso objetivo de selección.

Una clase de reglas de parada examina las medidas de similitud o distancia entre los conglomerados, entre los niveles de fusión del dendograma o del historial de aglomeración, el investigador puede establecer un tope cuando la distancia entre los grupos alcance un valor específico o cuando las distancias sucesivas entre los pasos marquen un salto

repentino. No obstante, la opción más utilizada es calcular distintas soluciones de aglomeración (dos, tres, cuatro grupos, por ejemplo) para después decidir entre las soluciones alternativas con ayuda de un criterio prefijado de antemano, de fundamentos teóricos, o del sentido común.

### 3.2.6 Validación e interpretación de los conglomerados resultantes

La validación intenta asegurar que los grupos obtenidos sean representativos del fenómeno en estudio y sean generalizables a los objetos o variables, dependiendo el caso.

A continuación se mencionan algunos de los procedimientos que ofrecen revisiones adecuadas de la calidad de los resultados de agrupación:

- Realizar AC con los mismos datos y utilizar distintas medidas de distancia a fin de determinar la estabilidad de las soluciones.
- Utilizar diversos métodos AC y comparar los resultados.
- Dividir los datos a la mitad de forma aleatoria, realizar el AC por separado en cada mitad (submuestra), comparar las soluciones de los dos análisis y evaluar la consistencia de los resultados.

Por otra parte, la sencillez de la interpretación depende de la naturaleza de los conglomerados. Se examinan los componentes de cada conglomerado y se intenta asignarle un nombre en función a estos componentes.

Esta interpretación puede ser más compleja si se quieren describir las características de cada conglomerado. Por ejemplo, se puede obtener los perfiles de los conglomerados obtenidos para identificar las similitudes y diferencias entre ellos.

Se finaliza este capítulo señalando que el análisis de conglomerados se puede realizar para objetos o para variables. Lo más habitual es hacer el AC para objetos que puedan resultar homogéneos en una serie de características o variables; pero ello no impide llevar a cabo la agrupación de variables con base en los datos de las mismas, obtenidas de una serie de objetos, con la salvedad de que en este caso, el AC considera solamente el grado de asociación entre las variables. Las medidas de proximidad en este caso serán entre variables y no entre objetos, se puede utilizar por ejemplo como medida de similaridad el valor absoluto de los coeficientes de correlación entre las mismas, los estadísticos y los gráficos tendrán una lectura semejante, etc.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE EJECUCION

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### **4. Metodología para obtener conglomerados de la problemática de las MPyMEs manufactureras**

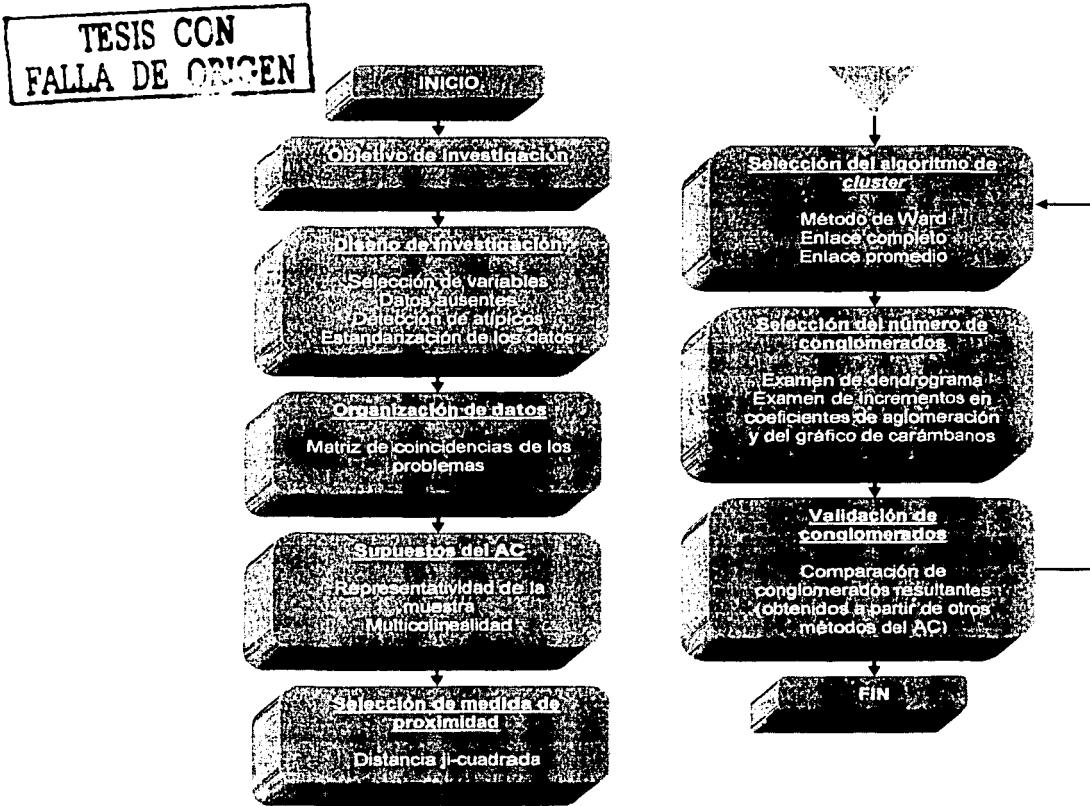
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

61



Este capítulo tiene como finalidad presentar los pasos a seguir y los puntos esenciales para formar conglomerados de la problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras intervenidas por el Taller Compite de Reingeniería de Procesos (TCRP). La figura 4.1 presenta los pasos que comprenden esta investigación y el presente capítulo para la elaboración de dichos conglomerados.

Figura 4.1 Diagrama de la metodología para obtener conglomerados de la problemática de las MPyMEs manufactureras



## **4.1 Objetivo de la investigación**

La diversidad y la importancia de los problemas identificados por las MPyMEs manufactureras intervenidas por el TCRP (capítulo 2) conducen a su clasificación con el objeto de encontrar una estructura subyacente de la problemática de los sistemas de producción de las empresas. Para ello, se aplica el Análisis de Conglomerados (AC), el cual permite encontrar las posibles asociaciones de problemas para facilitar la formación de grupos homogéneos, que expliquen el comportamiento de la problemática de las MPyMEs de manera más concisa y comprensible.

## **4.2 Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación contempla tres aspectos relevantes: selección de variables, tratamiento de los datos ausentes, y detección de atípicos y estandarización de los datos.

### **4.2.1 Selección de variables**

Las variables que se utilizan en el análisis de conglomerados son las 36 categorías de problemas que se definieron a fin de estructurar la información de los desperdicios contenida en los expedientes COMPITE. Los problemas de las secciones del personal, del proceso, del equipo y herramienta, de la administración, del lugar de trabajo, de los materiales utilizados, y del producto, sin lugar a duda están estrechamente relacionados con la problemática de los sistemas de producción; si uno o varios de ellos se resuelven, el nivel de la competitividad de las empresas aumentará.

### **4.2.2 Datos ausentes**

En el periodo de enero de 1998 a junio de 2002, el TCRP ha intervenido a 3514 MPyMEs manufactureras; generando un expediente por cada intervención, así como el registro correspondiente en el sistema de información. Sin embargo, no todos los expedientes y/o registros de éstos en la base de datos cuentan con la información necesaria para el análisis de conglomerados, esta falta de información se le conoce como datos ausentes. Los datos ausentes consisten en la falta de la lista de desperdicios en el expediente y/o falta de la categorización de los desperdicios en el registro del expediente en el sistema de información, lo que hace imposible la inclusión de estas empresas al estudio.

Los datos ausentes son ocasionados por un proceso externo a las empresas; es decir, de dificultades en la captura e introducción de la información en el expediente COMPITE y/o en la base de datos, tales como la falta de tiempo por parte del consultor para incluir la lista de desperdicios en el expediente, o errores u omisiones al completar el expediente y/o el registro en el sistema de información, y no por que las empresas se hayan rehusado a dar la información correspondiente.

Por ello, el tratamiento de los datos ausentes consiste en utilizar sólo las MPyMEs asesoradas por TCRP que cuentan con la información suficiente para realizar este estudio, es decir, todas aquellas empresas registradas en la base de datos que cuentan con la lista de desperdicios categorizada.

En la tabla 4.1 se muestra el número total de MPyMEs intervenidas por el taller, el número de empresas a estudiar y la proporción de éstas de acuerdo con el total de MPyMEs asesoradas.



**Tabla 4.1 Número de MPyMEs en estudio**

Estrato	MPyMEs intervenidas (M.I.)	MPyMEs en estudio (M.E.)	Porcentaje M.E. (%)
MPyMEs	3514	3108	88.45
Empresas micro	2648	2244	84.74
Empresas pequeñas	551	549	99.64
Empresas medianas	315	315	100

\*Las MPyMEs consideradas son aquellas registradas en la base de datos que presentaron la información pertinente para el análisis.

#### 4.2.3 Datos atípicos y estandarización de los datos

Los problemas están definidos como variables binarias, variables que pueden tomar solamente dos valores (0 ó 1), por lo que esta investigación no sufre la posible distorsión en la estructura subyacente de la problemática de las empresas, causada por el tratamiento de datos con valores que son notoriamente distintos a los restantes (datos atípicos) y de diferentes unidades de medida en los datos de estudio. Por lo consiguiente, no existen datos atípicos en la información analizada y no se considera la estandarización de las variables.

#### 4.3 Organización de los datos

El objetivo de organizar los datos es permitir visualizar las características relevantes de los datos que se han recopilado para el estudio. El grado de coincidencia de dos problemas, brinda información relevante del comportamiento de la problemática de las MPyMEs manufactureras.

El registro de los problemas en el sistema de información permite definir una matriz de 3108 empresas x 36 problemas, donde los valores de los problemas son 1 para indicar la presencia del problema y 0 para indicar que el problema no fue identificado. La figura 4.2 muestra un ejemplo hipotético de esta situación, haciendo referencia a la presencia o ausencia de ocho problemas por parte de seis empresas<sup>27</sup>.

**Figura 4.2 Matriz de presencia de los problemas identificados en las empresas**

	Problema 1 (P1)	Problema 2 (P2)	Problema 3 (P3)	Problema 4 (P4)	Problema 5 (P5)	Problema 6 (P6)	Problema 7 (P7)	Problema 8 (P8)
Empresa 1	1	0	1	1	1	0	1	1
Empresa 2	0	1	1	1	0	1	0	0
Empresa 3	1	1	1	1	1	0	1	1
Empresa 4	1	0	0	1	1	1	0	0
Empresa 5	0	1	1	0	1	1	0	1
Empresa 6	1	1	1	0	0	1	1	1

Esta tabla de 6 empresas x 8 problemas se convierte en tablas de contingencia de 2 x 2 para cada par de problemas; permitiendo comparar el número de MPyMEs intervenidas por

<sup>27</sup> En el presente trabajo no se incluye la matriz de presencia de los problemas identificados por las 3108 empresas intervenidas por el TCRP, debido a su extensión.

el TCRP que identifican o no dos problemas específicos. En la tabla 4.2 se presenta la tabla de contingencia para el problema 1 y el problema 4.

**Tabla 4.2** Tabla de contingencia para el problema 1 y problema 4

		P4		
		Presencia (+)	Ausencia (-)	Suma
P1	Presencia (+)	a = 3	b = 1	4
	Ausencia (-)	c = 1	d = 1	2
Suma		4	2	6

Esta tabla indica el número de empresas que identifican o no el problema 1 y el problema 4. Es decir:

- el elemento *a* indica que tres empresas son las que identifican tanto al problema 1 como al problema 4,
- el elemento *b* indica que una empresa identifica el problema 1 y no el problema 4,
- el elemento *c* indica que una empresa no identifica el problema 1 pero si el problema 4 y,
- el elemento *d* indica que una empresa no detecta ninguno de los dos problemas.

Para obtener la proporción de las veces en que un problema coincide o no con el otro problema, se requiere obtener la frecuencia relativa de cada elemento; es decir, se divide el número de cada celda entre el total de las empresas analizadas, (tabla 4.3).

**Tabla 4.3** Tabla de contingencia considerando la frecuencia relativa para el problema 1 y 4

		P4		
		Presencia (+)	Ausencia (-)	Suma
P1	Presencia (+)	$\frac{3}{6} = 0.5$	$\frac{1}{6} = 0.167$	0.667
	Ausencia (-)	$\frac{1}{6} = 0.167$	$\frac{1}{6} = 0.167$	0.333
Suma		0.667	0.333	1

A partir de esta tabla se puede determinar que el 50% de las empresas analizadas identifican tanto el problema 1 como el problema 4, este porcentaje representa la frecuencia relativa de coincidencia positiva de los dos problemas analizados; el 16.7% de las empresas no detecta ninguno de los dos problemas, este porcentaje manifiesta la frecuencia relativa de coincidencia negativa de los dos problemas; el 16.7% de las empresas identifica la presencia del problema 4 y la ausencia del problema 1 y el 16.7% de las empresas tienen el problema 1 pero no identifican el problema 4.

La presente investigación utiliza solamente la frecuencia relativa de coincidencia positiva, debido a que no se le puede dar el mismo peso a las frecuencias de presencia que a las de ausencia. Se debe recordar que los datos provienen de la información recabada del expediente COMPITE, donde los participantes enlistan de manera abierta los desperdicios que se identifican durante el taller, los cuales son estructurados en el sistema de información (capítulo 2); esta estructura de información conduce a considerar como único elemento de análisis: la frecuencia relativa de coincidencia positiva de los problemas.

En la teoría referente a las medidas de similaridad (capítulo 3) existe un coeficiente de asociación denominado Russell y Rao, que permite obtener el grado de coincidencia positivo de cada par de problemas. Del ejemplo se tiene:

$$RR_{ij} = \frac{a}{a+b+c+d} = \frac{3}{3+1+1+1} = 0.5 \quad (4.1)$$

De este modo, el coeficiente de Russell y Rao es calculado para cada par de problemas en estudio, formando una matriz de frecuencias relativas de coincidencia positiva de los problemas. La figura C.1 del anexo C presenta la matriz de frecuencias relativas de coincidencia positiva de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras y la figura 4.3 muestra la de los problemas del ejemplo hipotético; los distintos valores de estas matrices simétricas corresponden a la frecuencia relativa de las presencias de cada par de problemas en estudio. Para su cálculo se utilizó el paquete estadístico *Statistical Package for Social Sciences 11.0* (SPSS 11.0).

**Figura 4.3** Matriz de frecuencias relativas de coincidencia positiva de los problemas

	Russell y Rao							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1	.667	.333	.500	.500	.500	.333	.500	.500
P2	.333	.667	.667	.333	.333	.500	.333	.500
P3	.500	.667	.833	.500	.500	.500	.500	.667
P4	.500	.333	.500	.667	.500	.333	.333	.333
P5	.500	.333	.500	.500	.667	.333	.333	.500
P6	.333	.500	.500	.333	.333	.667	.167	.333
P7	.500	.333	.500	.333	.333	.167	.500	.500
P8	.500	.500	.667	.333	.500	.333	.500	.667

#### 4.4 Supuestos del análisis de conglomerados

Al aplicar el análisis de conglomerados es necesario prestar atención en dos asuntos: la representatividad de la muestra y la multicolinealidad.

##### 4.4.1 Representatividad de la muestra

El conjunto de datos utilizados en este estudio integran la población definida por todas las MPyMEs del sector manufacturero intervenidas por el TCRP, cuyo expediente contiene la información requerida en el análisis, lo cual permite caracterizarlas a partir de los problemas que les afectan.

Esta población tiene en común, principalmente, el interés por mejorar sus sistemas de producción, incrementando sus niveles de productividad, calidad y reduciendo los costos de fabricación; además, ocupan mano de obra intensiva en el proceso de fabricación, realizan procesos con secuencias de operaciones repetitivas y cuentan con un mínimo de tres trabajadores registrados en el IMSS.

Por otra parte, el conjunto de datos en estudio integra una porción pequeña de las MPyMEs del sector manufacturero de México, registradas en el INEGI (capítulo 2). En la tabla 4.4 se presenta el número de MPyMEs en estudio según los diferentes estratos que se analizan y su participación a nivel nacional de acuerdo con el INEGI.

**Tabla 4.4 MPyMEs en estudio y su representatividad de acuerdo con el INEGI**

<b>Estrato</b>	<b>MPyMEs en estudio (M.E.)**</b>	<b>Empresas nacionales*</b>	<b>Porcentaje M. E. a nivel nacional (%)</b>
MPyMEs	3108	144,065	2.16
Empresas micro	2244	128,692	1.74
Empresas pequeñas	549	9,567	5.74
Empresas medianas	315	5,806	5.43

\*Fuente: INEGI, Censos Económicos, 1999. Para las empresas micro, se consideró solamente a las que ocupan de 3 a 30 trabajadores.

\*\*Las MPyMEs consideradas son aquellas registradas en la base de datos que presentaron la información pertinente para el análisis.

Sin embargo, no es correcto hacer inferencias del comportamiento de la problemática para las MPyMEs manufactureras de México, el conjunto de datos en estudio no integra una muestra representativa; debido a que los estudios relativos a la identificación de los principales problemas se sustentan a partir de la información recopilada del TCRP, impidiendo que la muestra fuese aleatoria, es decir, que las MPyMEs tuviesen la misma probabilidad de ser elegidas para ser analizadas.

#### **4.4.2 Multicolinealidad**

El análisis de conglomerados se utiliza habitualmente para agrupar objetos en conglomerados, los cuales son formados a partir de la cuantificación de las variables del conjunto de objetos. De aquí la importancia de verificar la multicolinealidad en el análisis de conglomerados, pues las variables que son multicolineales, conjunto de variables que explican en cierto grado a otras variables, son ponderadas con mayor fuerza en este análisis; provocando que los grupos de objetos resultantes, sin considerar la multicolinealidad entre las variables, no expliquen la verdadera estructura subyacente de los objetos, debido a que algunas variables se les da más peso en el análisis que a otras.

La multicolinealidad no es un supuesto de relevancia dentro del presente análisis, debido a que el AC en desarrollo tiene como finalidad estudiar el comportamiento de los problemas de los sistemas de producción (variables) y no de las empresas (objetos), por lo que los problemas pueden presentar multicolinealidad; es decir, se busca la formación de grupos, a partir de la similitud entre los problemas, cuantificados a partir de las empresas asesoradas, por lo que los problemas pueden presentar un cierto grado de relación entre ellos.

#### **4.5 Selección de medida de proximidad**

Ya que el objetivo del análisis de conglomerados es agrupar los problemas de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras que presenten un comportamiento parecido, se requiere evaluar su correspondencia, similitudes o disimilitudes entre los problemas, la cual se mide a través de la proximidad.

Los valores de la matriz de frecuencias relativas de coincidencia positiva de los problemas en los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras, generada a través de la organización de los datos, son los valores utilizados para el cálculo de los coeficientes de proximidad entre los problemas.

De este modo, los coeficientes de disimilitud se determinan con la medida de distancia ji-cuadrada ( $\chi^2$ ), medida utilizada para tablas de frecuencias, puesto que está basada en la

prueba de comparación de dos distribuciones de frecuencias, donde las frecuencias esperadas están calculadas a partir de la hipótesis de independencia entre los problemas.

La distancia entre dos problemas,  $P_i$  y  $P_j$ , está dada por:

$$\chi^2_{P_i P_j} = \left\{ \sum_{k=1}^p \frac{(x_{P_{ik}} - E(x_{P_{ik}}))^2}{E(x_{P_{ik}})} + \sum_{k=1}^p \frac{(x_{P_{jk}} - E(x_{P_{jk}}))^2}{E(x_{P_{jk}})} \right\}^2 \quad (4.2)$$

donde:

$x_{P_{ik}}$  = valor de la variable  $x_k$  en el  $i$ -ésimo problema  $P_i = P_1, \dots, P_n$ ;  $k = P_1, \dots, P_p$ .

$E(x_{P_{ik}}) = \frac{(x_{P_{i*}})(x_{*k})}{N}$  con  $x_{P_{i*}} = \sum_{k=1}^p x_{P_{ik}}$  y  $x_{*k} = x_{P_{1k}} + x_{P_{2k}} + \dots + x_{P_{pk}}$  es el valor esperado de la frecuencia de  $x_{P_{ik}}$  si hay independencia entre los problemas  $P_i$  y  $P_j$  y las variables  $P_1, \dots, P_p$  y  $N = x_{P_{i*}} + x_{P_{j*}}$  es el total de las observaciones.

Los coeficientes de disimilaridad, obtenidos a partir de la distancia ji-cuadrada, se integran en la matriz de proximidades de los problemas de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras intervenidas por el TCRP (figura C.2 del anexo C). A manera de ejemplo en la figura 4.6 se presenta la matriz de proximidades de la situación hipotética.

Figura 4.6 Matriz de proximidades de los problemas

Caso	Ji-cuadrada							
	1:P1	2:P2	3:P3	4:P4	5:P5	6:P6	7:P7	8:P8
1:P1	.000	.613	.442	.315	.278	.680	.289	.367
2:P2	.613	.000	.238	.613	.588	.353	.577	.408
3:P3	.442	.238	.000	.484	.438	.480	.413	.241
4:P4	.315	.613	.484	.000	.278	.602	.501	.530
5:P5	.278	.588	.438	.278	.000	.614	.445	.397
6:P6	.680	.353	.480	.602	.614	.000	.753	.623
7:P7	.289	.577	.413	.501	.445	.753	.000	.272
8:P8	.367	.408	.241	.530	.397	.623	.272	.000

#### 4.6 Selección del algoritmo para la obtención de conglomerados

El paso siguiente en el análisis de conglomerados, después de haber seleccionado a las variables y de haber calculado la matriz de proximidades, es la selección del algoritmo para la obtención de los conglomerados.

El procedimiento que se ha elegido está basado en el método de Ward, que pertenece a los métodos aglomerativos de los procedimientos jerárquicos, los cuales se caracterizan por agrupar progresivamente los casos en conglomerados hasta formar un único conglomerado.

La selección del uso de un procedimiento jerárquico se debe al desconocimiento de los grupos que se pueden formar, por lo que sería arriesgado establecer un número fijo de conglomerados antes de comenzar con el análisis.

El método de Ward persigue la minimización del error de suma de cuadrados intragrupos (ESC) de la estructura formada, es decir, forma conglomerados con la mínima variación intragrupal.

El error de suma de cuadrados intragrupos está dado por la siguiente expresión:

$$ESC = \sum_{m=1}^g \sum_{l=1}^{n_m} \sum_{k=1}^p (x_{ml,k} - x_{m,k})^2 \quad (4.3)$$

donde:

$x_{m,k}$  es la media del  $m$ -ésimo conglomerado en la  $k$ -ésima variable

$x_{ml,k}$  es el valor de la  $k$ -ésima variable en el  $l$ -ésimo elemento del  $m$ -ésimo conglomerado.

$m = (1...g)$ ,  $k = (1...p)$  y  $l = (1...n_m)$

Es decir, se calcula para cada conglomerado la media de todas las variables:

$$x_{m,k} = \frac{1}{n_m} \sum_{l=1}^{n_m} x_{ml,k} \quad (4.4)$$

para cada elemento, se calcula la suma del cuadrado de las diferencias de los elementos de cada conglomerado, con respecto a la media del grupo y se suma para todos ellos:

$$\sum_{l=1}^{n_m} \sum_{k=1}^p \left( x_{ml,k} - \frac{1}{n_m} \sum_{l=1}^{n_m} x_{ml,k} \right)^2 \quad (4.5)$$

En cada paso los conglomerados que se van formando son aquéllos que resultan en un menor incremento de la suma global de distancias al cuadrado dentro del conglomerado.

El proceso de este método inicia considerando  $g$  grupos de un solo problema cada uno; el primer grupo se forma por la selección de dos de esos  $g$  grupos que cuando se combinan producirán el mínimo incremento en el valor del ESC; este  $g-1$  grupos se reexamina para determinar los siguientes dos de esos  $g-1$  grupos para unirlos mientras se minimiza el incremento en el ESC. Los  $g$  grupos iniciales son de esta manera sistemáticamente reducidos de  $g$  a  $g-1$  a  $g-2$  hasta formar un solo grupo.

Por otro lado, este método no presenta el problema de encadenamiento entre los conglomerados, es decir, no provoca la formación de largas y sinuosas cadenas, donde los miembros que se encuentran en los límites opuestos de la cadena puedan ser muy diferentes.

El paquete estadístico SPSS reúne los resultados obtenidos del procedimiento de aglomeración en una tabla denominada historial de aglomeración, la cual indica los conglomerados combinados en cada paso del procedimiento, así como la distancia entre los conglomerados. Esta tabla se encuentra integrada por seis columnas (tabla 4.5):

- Columna A (*Stage*), indica la etapa en la que se forma un nuevo conglomerado;
- Columnas B y C (*Cluster Combined: Cluster 1 y Cluster 2*), señalan los conglomerados que se unen en cada etapa;
- Columna D (*Coefficients*), hace referencia a los coeficientes de aglomeración, también denominados coeficientes de distancia puesto que indican la distancia con la que se han unido los conglomerados de la etapa correspondiente;
- Columnas E y F (*Stage Cluster First Appears: Cluster 1 y Cluster 2*), señalan la última etapa en que los conglomerados en combinación han aparecido;
- Columna F (*Next Stage*), la última columna del historial, indica cuál es la próxima etapa en la que aparecerá el conglomerado que se acaba de formar.

Los resultados de la formación de los conglomerados de la problemática de las MPyMEs manufactureras, utilizando distancia ji-cuadrada y el procedimiento de aglomeración basado en el método de Ward se observa en la tabla 4.5.



**Tabla 4.5** Historial de aglomeración de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras

A Stage	Cluster Combined		D Coefficients	Stage Cluster First Appears		G Next Stage
	B Cluster 1	C Cluster 2		E Cluster 1	F Cluster 2	
1	7	9	.080	0	0	10
2	4	34	.187	0	0	3
3	4	35	.299	2	0	4
4	4	24	.432	3	0	5
5	4	25	.567	4	0	21
6	6	8	.709	0	0	15
7	10	22	.851	0	0	11
8	16	28	.997	0	0	18
9	14	30	1.143	0	0	13
10	7	11	1.292	1	0	15
11	10	18	1.443	7	0	17
12	2	21	1.598	0	0	16
13	3	14	1.756	0	9	32
14	19	20	1.916	0	0	29
15	6	7	2.081	6	10	33
16	2	5	2.249	12	0	23
17	10	23	2.417	11	0	24
18	12	16	2.586	0	8	26
19	29	32	2.756	0	0	25
20	1	31	2.930	0	0	23
21	4	26	3.105	5	0	28
22	17	33	3.286	0	0	25
23	1	2	3.479	20	16	29
24	10	36	3.674	17	0	28
25	17	29	3.873	22	19	31
26	12	13	4.078	18	0	30
27	15	27	4.285	0	0	30
28	4	10	4.511	21	24	32
29	1	19	4.747	23	14	34
30	12	15	4.983	26	27	31
31	12	17	5.236	30	25	33
32	3	4	5.572	13	28	35
33	6	12	6.037	15	31	34
34	1	6	6.561	29	33	35
35	1	3	7.620	34	32	0

Del historial de aglomeración y tomando en cuenta que al inicio del procedimiento de aglomeración cada problema forma un conglomerado, se observa, por ejemplo, en la novena etapa, los conglomerados 14 y 30 (problemas 14 y 30 que corresponden a la inseguridad del equipo y herramienta y al mantenimiento de instalaciones respectivamente) se fusionan para formar un nuevo conglomerado a una distancia  $d_{14,30} = 1.143$ , distancia identificada como la más pequeña en el noveno paso del procedimiento de aglomeración; en las columnas E y F aparece un 0 debido a que ni el conglomerado 14 ni el 30 se habían presentado en alguna de las etapas anteriores del procedimiento de aglomeración; y en la columna G se indica que este nuevo conglomerado, formado por los problemas 14 y 30, se unirá a otro conglomerado en la décimo tercera etapa. En la décimo tercera etapa se une el

conglomerado 3 (problema 3 que corresponde a la falta de seguridad del personal) al conglomerado formado en el noveno paso; figura un 0 en la columna *E* puesto que es la primera vez que aparece el problema 3 en el análisis, en cambio, el problema 14 había entrado en la novena etapa, tal y como aparece en la columna *F*; el coeficiente con el que se unen estos dos conglomerados corresponde a  $d_{14,30,3} = 1.756$ , la distancia mas pequeña identificada en el décimo tercer paso del procedimiento de aglomeración; y en la columna *G* se señala que el conglomerado formado por los problemas 14, 30 y 3 se fusionará con otro conglomerado hasta la etapa no. 32.

#### 4.7 Selección del número de conglomerados

Existen diferentes criterios que pueden ayudar a tomar la decisión relativa del número óptimo de conglomerados que expliquen la estructura de la problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras.

Quando se aplica un método jerárquico, el criterio utilizado frecuentemente es la observación del dendograma, representación gráfica del proceso de agrupación. También se acude a la observación del coeficiente de aglomeración o de distancia, valor numérico con el que se unen varios problemas para formar un nuevo grupo, y del gráfico de carámbanos en vertical. Pero siempre se debe tomar en cuenta la claridad y la correspondencia lógica de las descripciones de los conglomerados a establecer.

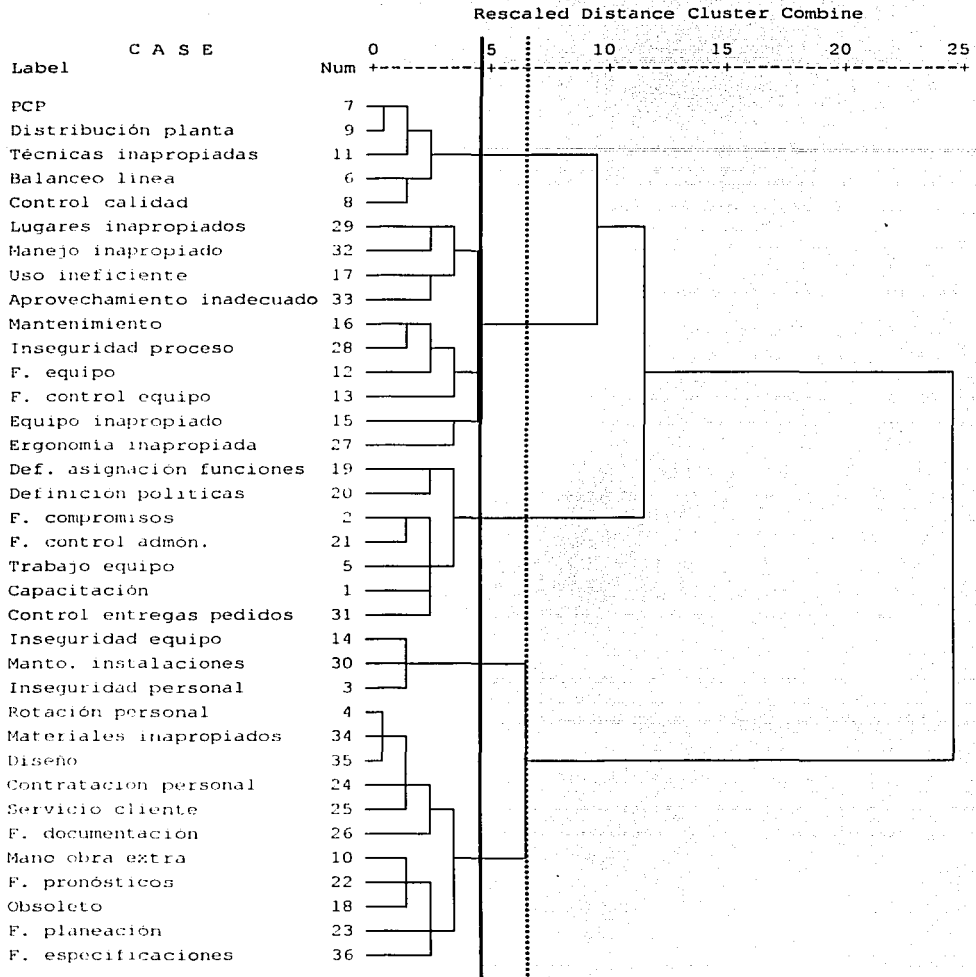
El dendograma (*dendrogram*) explica gráficamente cómo se van formando los conglomerados; se debe leer de izquierda a derecha y las líneas verticales representan la unión de dos conglomerados. En la parte superior del gráfico aparece una escala de 0 a 25 que sirve de referencia a la distancia utilizada para unir los conglomerados en cada etapa (los coeficientes de las distancias originales entre los conglomerados se re-escalan en valores entre 0 y 25, igualando el máximo valor del coeficiente de distancia a 25); la posición de la línea vertical sobre esta escala indica por tanto a qué distancia (0-25) los conglomerados se han unido. Las distancias pequeñas indican que los conglomerados formados son homogéneos; al unir dos conglomerados muy diferentes se produce una distancia muy grande o un gran cambio en el valor de la distancia.

La figura 4.7 presenta el dendograma de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras correspondiente al procedimiento de aglomeración basado en el método de Ward.

TESIS CC  
FALLA DE ORIGEN

**Figura 4.7 Dendrograma de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras**

Dendrograma utilizando el método de Ward



En este gráfico se visualiza la formación de todos los conglomerados, cuatro de ellos se identifican con un coeficiente menor o igual a 7 (identificados en el dendrograma con una línea punteada y reunidos en la tabla 4.6).

**Tabla 4.6 Estructura de solución de cuatro conglomerados**

Conglomerado 1 (C1)	problema 7 (P7), problema 9 (P9), problema 11 (P11), problema 6 (P6) y problema 8 (P8)
Conglomerado 2 (C2)	problema 29 (P29), problema 32 (P32), problema 17 (P17), problema 33 (P33), problema 16 (P16), problema 28 (P28), problema 12 (P12), problema 13 (P13), problema 15 (P15) y problema 27 (P27)
Conglomerado 3 (C3)	problema 19 (P19), problema 20 (P20), problema 2 (P2), problema 21 (P21), problema 5 (P5), problema 1 (P1) y problema 31 (P31)
Conglomerado 4 (C4)	problema 14 (P14), problema 30 (P30), problema 3 (P3), problema 4 (P4), problema 34 (P34), problema 35 (P35), problema 24 (P24), problema 25 (P25), problema 26 (P26) problema 10 (P10), problema 22 (P22), problema 18 (P18), problema 23 (P23) y problema 36 (P36)

En esta estructura de solución, el conglomerado 4 (C4) contiene dos conglomerados bien definidos, uno de ellos esta formado por los problemas: P14, P30 y P3 y el otro por los problemas: P4, P34, P35, P24, P25, P26, P10, P22, P18, P23 y P36. Estos dos grupos se unen con la máxima distancia existente en la estructura de solución ( $d_{max}=7$ ), es decir, estos dos grupos no son tan homogéneos como los demás que integran la estructura; además, no existe una relación muy estrecha al combinar los problemas de cada uno de estos dos conglomerados. Por lo que es conveniente separar estos dos conglomerados para formar una estructura de solución de cinco conglomerados.

La estructura de solución del análisis de cinco conglomerados tiene una distancia menor a 5; en la tabla 4.7 se muestra esta estructura de solución y en el dendograma (figura 4.7) se identifica con una línea sólida.

**Tabla 4.7 Estructura de solución de cinco conglomerados**

Conglomerado 1 (C1)	problema 7 (P7), problema 9 (P9), problema 11 (P11), problema 6 (P6) y problema 8 (P8)
Conglomerado 2 (C2)	problema 29 (P29), problema 32 (P32), problema 17 (P17), problema 33 (P33), problema 16 (P16), problema 28 (P28), problema 12 (P12), problema 13 (P13), problema 15 (P15) y problema 27 (P27)
Conglomerado 3 (C3)	problema 19 (P19), problema 20 (P20), problema 2 (P2), problema 21 (P21), problema 5 (P5), problema 1 (P1) y problema 31 (P31)
Conglomerado 4 (C4)	problema 14 (P14), problema 30 (P30) y problema 3 (P3)
Conglomerado 5 (C5)	problema 4 (P4), problema 34 (P34), problema 35 (P35), problema 24 (P24), problema 25 (P25), problema 26 (P26) problema 10 (P10), problema 22 (P22), problema 18 (P18), problema 23 (P23) y problema 36 (P36)

Antes de decidir el número de conglomerados a formar es necesario analizar la asociación de los problemas en los conglomerados; el dendograma facilita este análisis puesto que muestra los elementos que forman cada conglomerado.

De este modo, al realizar el examen de correspondencia lógica, se aprecia que los grupos de la estructura de solución de cuatro conglomerados presentan una apropiada relación entre los problemas contenidos en cada uno de estos grupos, excepto en el C4, puesto que los problemas que combina este conglomerado muestran una relación empíricamente lejana.

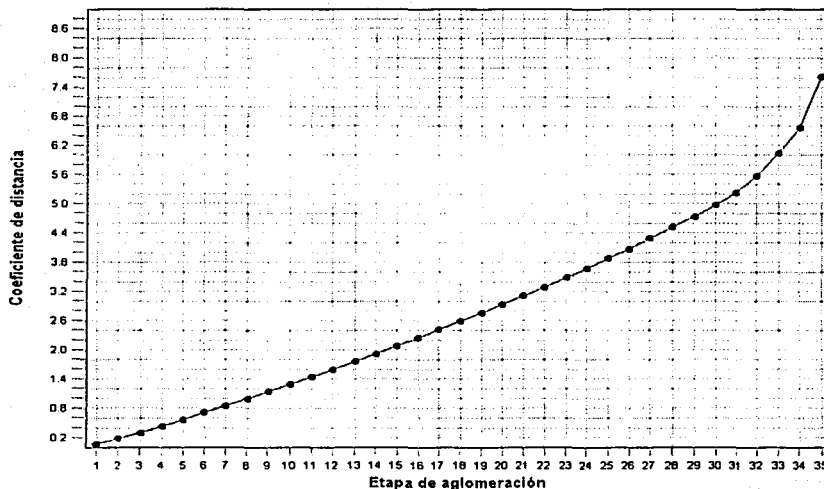
La estructura de solución de cinco conglomerados presenta en el C1, C2, C3 y C4 una adecuada relación entre los problemas contenidos en cada uno de estos conglomerados; en cambio, el C5 presenta una relación entre los problemas empíricamente pobre.



Por otra parte, el coeficiente de aglomeración es particularmente susceptible de ser utilizado en una regla de parada, puesto que evalúa los cambios en el coeficiente de aglomeración en cada etapa del proceso jerárquico.

La gráfica de distancias contra las etapas de aglomeración de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras se presenta en la figura 4.8; esta gráfica muestra que tan natural se combinan los problemas, además se puede observar paso a paso a qué distancia se van formando los conglomerados. En las primeras treinta y un etapas no existe una variación grande en las distancias, lo cual indica que los conglomerados formados son similares; en cambio, el valor de distancia da un salto súbito de la etapa no.31 a la etapa no.32, así como de la etapa no. 32 a la no.33, de la no. 33 a la no.34 y de la no.34 a la no.35, entonces los conglomerados formados en la etapa no.32, en la no.33, en la no. 34 y en la no.35 tienen coeficientes de aglomeración mayores a los obtenidos en las etapas anteriores.

Figura 4.8 Gráfica de distancias contra las etapas de aglomeración de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras



Para ayudar a identificar los grandes aumentos relativos en la homogeneidad de los conglomerados, se calcula el porcentaje del cambio del coeficiente de aglomeración de nueve a un conglomerado (tabla 4.8).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Tabla 4.8 Análisis del coeficiente de aglomeración de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras**

Etapa de aglomeración	Número de conglomerados	Coefficiente de aglomeración	Cambio en el coeficiente de la etapa siguiente	Cambio porcentual en el coeficiente de la etapa siguiente (%)
27	9	4.285	0.226	5.280
28	8	4.511	0.235	5.219
29	7	4.747	0.237	4.989
30	6	4.983	0.252	5.060
31	5	5.236	0.337	6.428
32	4	5.572	0.465	8.349
33	3	6.037	0.524	8.672
34	2	6.561	1.059	16.145
35	1	7.620	-	-

A partir de la formación de nueve conglomerados a uno solo, el primer aumento notable del porcentaje en el coeficiente de aglomeración se produce al ir de cinco conglomerados a cuatro conglomerados (6.428%), el siguiente cambio notable en el aumento del porcentaje se produce al combinar cuatro conglomerados en tres (8.349%), el siguiente se produce al combinar tres conglomerados en dos (8.672%), y el mayor y último aumento en el porcentaje se produce al combinar dos conglomerados en uno (16.145%).

Por tanto, se debe examinar la correspondencia de las soluciones de cuatro y cinco conglomerados, es decir, que tan pertinentes son los elementos que integran a cada conglomerado. Para ello se puede utilizar el dendograma (figura 4.8) o el gráfico de carámbanos en vertical (figura 4.9).

El gráfico de carámbanos en vertical (*Vertical Icicle*) es una representación de los resultados del AC, se llama así porque se asemeja a una hilera de carámbanos que cuelga del alero de una casa. Las columnas de este gráfico corresponden a los problemas que se agrupan y los renglones al número de conglomerados. El último renglón representa el primer conglomerado formado en el análisis y el primer renglón el último conglomerado, el cual fusiona todos los elementos; por ello es necesario leer este gráfico de abajo hacia arriba.

La figura 4.9 presenta el gráfico de carámbanos en vertical de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras. En el último renglón de este gráfico se observa la formación de treinta y cinco conglomerados: uno de ellos integrado por los problemas 9 y 7 (distribución de planta y PCP respectivamente), conglomerado formado en la primera etapa del procedimiento de aglomeración; y cada uno de los otros treinta y cuatro conglomerados integrados por un solo problema o un solo conglomerado. El penúltimo renglón muestra en total treinta y cuatro conglomerados: uno de ellos integrado por los problemas 7 y 9, conglomerado generado en la primera etapa de aglomeración; otro integrado por los problemas 34 y 4 (materiales inapropiados y rotación del personal respectivamente), y es el segundo en formarse en el procedimiento de aglomeración; y cada uno de los otros treinta y tres están contenidos por un solo problema; y así sucesivamente hasta el primer renglón, donde se muestra un solo conglomerado formado por todos los problemas.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



El número de renglón del gráfico corresponde con el número de conglomerados a ese nivel, de modo que si se traza una raya horizontal en el renglón 4, se cortan tres "barras blancas" (líneas verticales punteadas), dando origen a los cuatro conglomerados en ese nivel.

**Tabla 4.9 Estructura de solución de cuatro conglomerados**

C1:	P7, P9, P11, P6 y P8
C2:	P29, P32, P17, P33, P16, P28, P12, P13, P15 y P27
C3:	P19, P20, P2, P21, P5, P1 y P31
C4:	P14, P30, P3, P4, P34, P35, P24, P25, P26, P10, P22, P18, P23 y P36

En cambio, si se traza una raya horizontal en el renglón 5, se cortan cuatro barras blancas (líneas verticales sólidas), dando origen a los cinco conglomerados en ese nivel.

**Tabla 4.10 Estructura de solución de cinco conglomerados**

C1:	P7, P9, P11, P6 y P8
C2:	P29, P32, P17, P33, P16, P28, P12, P13, P15 y P27
C3:	P19, P20, P2, P21, P5, P1 y P31
C4:	P14, P30 y P3
C5:	P4, P34, P35, P24, P25, P26, P10, P22, P18, P23 y P36

Al igual que en el dendograma, se observa que el C4 de la estructura de cuatro conglomerados se divide en dos conglomerados en la estructura de cinco conglomerados.

Esto hace pensar que los problemas contenidos en estos dos conglomerados del C4 tienen poca similitud en comparación con los demás conglomerados formados en las estructuras resultantes.

Por último, se realiza el examen de correspondencia entre los problemas de los conglomerados de las estructuras resultantes. La estructura de solución que presenta una correspondencia empíricamente más estrecha es la estructura formada por cinco conglomerados. De este modo, el número óptimo de grupos que integran la estructura subyacente de la problemática de las MPyMEs manufactureras son cinco conglomerados (tabla 4.11).

**Tabla 4.11 Estructura subyacente de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras (Estructura A)**

Conglomerado 1	Conglomerado 2
7. Planeación y control de la producción 9. Distribución de planta 11. Técnicas inapropiadas 6. Balanceo de línea 8. Control de calidad	29. Lugares inapropiados 32. Manejo inapropiado de los materiales 17. Uso ineficiente del equipo y herramienta 33. Aprovechamiento inadecuado de los materiales 16. Mantenimiento del equipo y herramienta 28. Inseguridad en el proceso 12. Falta de equipo y herramienta 13. Falta control de equipo y herramienta 15. Equipo inapropiado 27. Ergonomía inapropiada
Conglomerado 3	Conglomerado 4
19. Deficiente asignación de funciones y resp. 20. Definición de políticas 2. Falta de compromisos 21. Falta control de la administración 5. Trabajo en equipo 1. Capacitación 31. Control de entregas y pedidos	14. Falta de seguridad en el equipo y herramienta 30. Mantenimiento de instalaciones 3. Falta de seguridad del personal



**Continúa tabla 4.11 Estructura subyacente de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras (Estructura A)**

<b>Conglomerado 5</b>
4. Rotación del personal
34. Materiales inapropiados
35. Diseño
24. Contratación de personal
25. Servicio al cliente
26. Falta de documentación
10. Mano de obra extra
22. Falta de pronósticos
18. Obsolescencia en equipo y herramienta
23. Falta de planeación
36. Especificaciones

#### **4.8 Validación de la solución de los conglomerados**

Una vez obtenidos los conglomerados conviene validarlos con el fin de averiguar su consistencia, es decir, la calidad de los resultados de la agrupación.

La validez se evalúa a través de la comparación de las soluciones obtenidas con otros métodos del análisis de conglomerados, por lo que se debe seleccionar nuevamente un algoritmo para la obtención de conglomerados, y finalmente comparar el número y elementos que forman los conglomerados resultantes con los obtenidos.

En esta investigación se utilizan como métodos alternativos para la obtención de conglomerados, los algoritmos denominados: enlace completo o el vecino más lejano y el enlace promedio.

Estos algoritmos pertenecen a los métodos aglomerativos de los procedimientos jerárquicos del AC, los cuales agrupan los problemas en conglomerados cada vez más grandes hasta que todos ellos forman parte de un solo conglomerado, por lo que cada etapa del procedimiento de aglomeración considera únicamente los conglomerados formados en la etapa anterior. Por ejemplo, si  $g$  son los conglomerados iniciales ( $g$  problemas iniciales), la segunda etapa de aglomeración considera solamente  $g-1$  conglomerados, puesto que en la primera etapa se formó un nuevo conglomerado con dos de los conglomerados iniciales (dos problemas); la tercera etapa del procedimiento de aglomeración comienza a partir de la segunda etapa, es decir considera  $g-2$  conglomerados, puesto que se han definido, en las etapas anteriores, dos conglomerados de dos problemas cada uno o un conglomerado formado por tres problemas; y así sucesivamente con las demás etapas del procedimiento de aglomeración, hasta que los  $g$  conglomerados iniciales ( $g$  problemas iniciales) son reducidos a formar uno solo.

##### **4.8.1 Validación utilizando el método de enlace completo**

Después de obtener la estructura de solución con el método alternativo (estructura B), utilizando la distancia ji-cuadrada para el cálculo de la matriz de proximidades y el método de enlace completo como criterio de aglomeración (en la sección 1 del anexo D se presenta el análisis de conglomerados de la problemática operativa de las MPyMEs utilizando el método de enlace completo) se compara esta estructura (estructura B) con la estructura de solución obtenida con el método propuesto (estructura A). La tabla 4.12 reúne estas soluciones.

**Tabla 4.12 Estructuras resultantes del análisis de conglomerados**

Estructura A		Estructura B	
Conglomerado	Elementos	Conglomerado	Elementos
C1	P7, P9, P11, P6 y P8	C1	P7, P9, P6, P8, P11 y P27
C2	P29, P32, P17, P33, P16, P28, P12, P13, P15 y P27	C2	P29, P32, P17, P33, P16, P28, P12 y P13
C3	P19, P20, P2, P21, P5, P1 y P31	C3	P19, P20, P2, P21, P5, P1 y P31
C4	P14, P30 y P3	C4	P14, P30, P3 y P15
C5	P4, P34, P35, P24, P25, P26, P10, P22, P18, P23 y P36	C5	P4, P34, P35, P24, P25, P26, P10, P22, P18, P23 y P36

\*Solución del AC utilizando la distancia ji-cuadrada para el cálculo de la matriz de proximidades y el método basado en el método de Ward como el criterio aglomeración.

\*\*Solución del AC utilizando la distancia ji-cuadrada para el cálculo de la matriz de proximidades y el método de enlace completo.

De la tabla se aprecian únicamente dos diferencias entre las estructuras resultantes de la problemática. En la estructura de solución A, el problema 27 (ergonomía inapropiada) y el problema 15 (equipo inapropiado) se aglomeran en el C2, mientras que en la estructura de solución B el problema 27 se fusiona en el C1 y el problema 15 (equipo inapropiado) en el C5. Por lo que se examina la correspondencia del problema 27 y 15 en el C2, resultando satisfactoria su fusión en este conglomerado.

A pesar de estas diferencias en las estructuras A y B, los demás problemas que integran los cinco conglomerados de ambas estructuras son los mismos. De este modo, se válida la estabilidad de los conglomerados resultantes, concluyendo la existencia de una estructura subyacente de la problemática operativa de las MPyMEs manufactureras intervenidas por el TCRP.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

#### 4.8.2 Validación utilizando el método de enlace promedio

Después de obtener la estructura de solución con el método alternativo (estructura C), utilizando la distancia ji-cuadrada para el cálculo de la matriz de proximidades y el método de enlace promedio como criterio de aglomeración (en la sección 2 del anexo D se presenta el análisis de conglomerados de la problemática operativa de las MPyMEs utilizando el método de enlace promedio) se compara esta estructura (estructura C) con la estructura de solución obtenida con el método propuesto (estructura A). La tabla 4.13 reúne estas soluciones.

**Tabla 4.13 Estructuras resultantes del análisis de conglomerados**

Estructura A		Estructura C	
Conglomerado	Elementos	Conglomerado	Elementos
C1	P7, P9, P11, P6 y P8	C1	P7, P9, P6, P8, P11, P13 y P27
C2	P29, P32, P17, P33, P16, P28, P12, P13, P15 y P27	C2	P17, P33, P16, P28, P12, P29, 32 y P15
C3	P19, P20, P2, P21, P5, P1 y P31	C3	P19, P20, P2, P21, P5, P1 y P31
C4	P14, P30 y P3	C4	P14, P30 y P3
C5	P4, P34, P35, P24, P25, P26, P10, P22, P18, P23 y P36	C5	P4, P34, P35, P24, P25, P22, P10, P18, P23, P26 y P36

\*Solución del AC utilizando la distancia ji-cuadrada para el cálculo de la matriz de proximidades y el método basado en el método de Ward como el criterio aglomeración.

\*\*Solución del AC utilizando la distancia ji-cuadrada para el cálculo de la matriz de proximidades y el método de enlace promedio.

De la tabla se aprecian solamente dos diferencias entre las estructuras subyacentes de la problemática. En la estructura de solución A, el problema 13 (falta de control en el equipo y herramienta) y el problema 27 (ergonomía inapropiada) se fusionan en el C2, mientras que en la estructura de solución C los problemas 13 y 27 se fusionan en el C1. Por lo que se examina la correspondencia lógica de los problemas 13 y 27 en el C2, resultando satisfactoria su fusión en este conglomerado.

A pesar de estas diferencias en las estructuras A y C, los demás problemas que integran los cinco conglomerados de ambas estructuras son los mismos. De este modo, se valida la estabilidad de los conglomerados resultantes.

Finalmente, comparando las estructuras de solución de los problemas de producción de las empresas en estudio, estructura A, estructura B y estructura C, se valida la consistencia de la solución de la problemática operativa de las MPyMEs manufactureras (estructura A), es decir, la calidad de los conglomerados resultantes; concluyendo, de este modo, la existencia de una estructura subyacente de la problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras intervenidas por el TCRP.

## **5. Conglomerados de la problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras**

En este capítulo se analiza la problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras intervenidas por el Taller Compite de Reingeniería de Procesos (TCRP). En la primera parte se explica brevemente cada conglomerado formado en la estructura de solución de los problemas de producción (capítulo 4). En la segunda parte se analiza la distribución de frecuencias de la problemática operativa a partir de la estructura de solución. Y en la tercera se analiza ésta en diferentes estratos: rama industrial y entidad federativa.

## 5.1 Conglomerados de la estructura de solución

Los conglomerados de la estructura subyacente de la problemática de los sistemas de producción obtenidos tras la aplicación del análisis de conglomerados se identifican con distintos estilos de línea en el dendograma de la figura 5.1, así como en la tabla 5.1.

Cada conglomerado explica parte del comportamiento de la problemática de los sistemas de producción, por lo que a cada uno de éstos se le asigna una etiqueta, es decir, un nombre genérico que describa los componentes de cada grupo, logrando una mejor comprensión de los problemas que afectan a las MPyMEs manufactureras intervenidas por el taller. De este modo:

El conglomerado 1 comprende cinco problemas referidos a la planeación, al control y a la supervisión de las actividades necesarias para alcanzar la cantidad y calidad de producción deseadas. Es decir, indica la inadecuada y/o falta de organización, y de una forma eficiente y económica de efectuar las operaciones de producción, por lo que a este grupo se le denomina *problemas asociados a la planeación y control*.

El conglomerado 2 esta compuesto por diez problemas referidos a los inadecuados y/o ausencia parcial de medios de producción (instalaciones, equipo y herramienta, y materiales), así como de su mal uso, lo cual no permite efectuar las operaciones productivas eficientemente. A este grupo se le llama *problemas asociados a los medios de producción*.

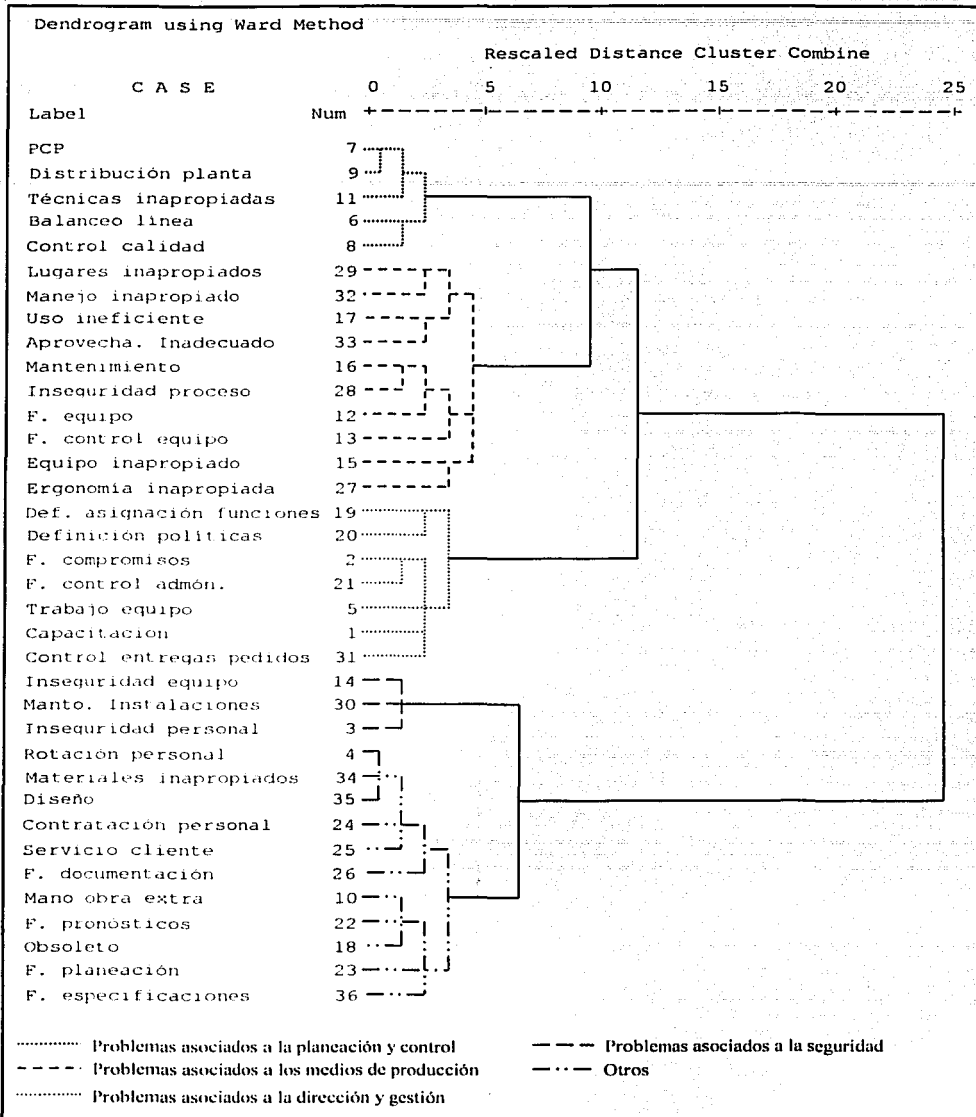
El conglomerado 3 recibe el nombre de *problemas asociados a la dirección y gestión*, puesto que integra siete problemas que involucran al personal, indicando los inadecuados y/o la ausencia parcial de procedimientos para seleccionar, motivar, capacitar y organizar la fuerza de trabajo para alcanzar una óptima productividad.

El conglomerado 4, llamado *problemas asociados a la seguridad*, corresponde al más concreto de los grupos de problemas obtenidos, puesto que aglomera tres problemas referentes a la seguridad del personal en la realización de sus labores.

El conglomerado 5, denominado *otros*, reúne una variedad de problemas que aquejan a las empresas y no son acoplables a los otros conglomerados.

Cabe mencionar que los elementos que integran los conglomerados 4 y 5 son todos aquellos problemas de poca relevancia, causan únicamente el 10% de la problemática de las MPyMEs manufactureras (análisis de Pareto, capítulo 2 y figura 5.2).

**Figura 5.1** Dendrograma de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**Tabla 5.1 Conglomerados de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras**

<b>Conglomerado 1</b> <b>Problemas asociados a la planeación y control</b>	<b>Conglomerado 2</b> <b>Problemas asociados a los medios de producción</b>
7. Planeación y control de la producción 9. Distribución de planta 11. Técnicas inapropiadas 6. Balanceo de línea 8. Control de calidad	29. Lugares inapropiados 32. Manejo inapropiado de los materiales 17. Uso ineficiente del equipo y herramienta 33. Aprovechamiento inadecuado de los materiales 16. Mantenimiento del equipo y herramienta 28. Inseguridad en el proceso 12. Falta de equipo y herramienta 13. Falta control de equipo y herramienta 15. Equipo inapropiado 27. Ergonomía inapropiada
<b>Conglomerado 3</b> <b>Problemas asociados a la dirección y gestión</b>	<b>Conglomerado 4</b> <b>Problemas asociados a la seguridad</b>
19. Deficiente asignación de funciones y responsabilidades 20. Definición de políticas 2. Falta de compromisos 21. Falta control de la administración 5. Trabajo en equipo 1. Capacitación 31. Control de entregas y pedidos	14. Falta de seguridad en el equipo y herramienta 30. Mantenimiento de instalaciones 3. Falta de seguridad del personal
<b>Conglomerado 5</b> <b>Otros</b>	
4. Rotación del personal 34. Materiales inapropiados 35. Diseño 24. Contratación de personal 25. Servicio al cliente 26. Falta de documentación 10. Mano de obra extra 22. Falta de pronósticos 18. Obsolescencia en equipo y herramienta 23. Falta de planeación 36. Falta de especificaciones	

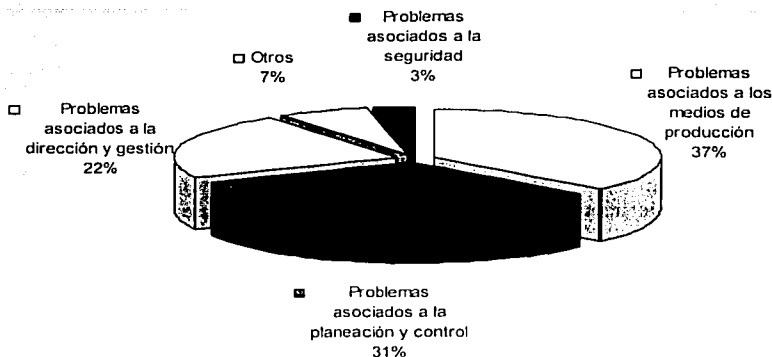
## 5.2 Distribución de frecuencias de la problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras

La figura 5.2 muestra la distribución de frecuencias de la estructura subyacente de la problemática de las MPyMEs manufactureras intervenidas por el TCRP, la cual se obtuvo sumando el porcentaje de frecuencia relativa de los problemas que integran cada conglomerado (tabla 5.2).

El 37% de la problemática se debe a los problemas asociados a los medios de producción; el 31% es ocasionada por los problemas asociados a la planeación y control; el 22% es referente a los problemas de dirección y gestión; el 7% le corresponde a otros problemas y el 3% se debe a los problemas asociados a la seguridad.

RECIBO  
 12/07/2010  
 10:00 AM

**Figura 5.2 Distribución de frecuencias de la problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras**



**Tabla 5.2 Distribución de frecuencias de la problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras**

Conglomerados - Problemas	Frecuencia absoluta	% Frecuencia relativa
<b>Problemas</b>	<b>30919</b>	<b>100</b>
<b>Problemas asociados a la planeación y control</b>	<b>9662</b>	<b>31.249</b>
1 Planeación y control de la producción	2425	7.843
2 Distribución de planta	2293	7.416
3 Balanceo línea	1725	5.579
4 Técnicas inapropiadas	1700	5.498
5 Control calidad	1519	4.913
<b>Problemas asociados a los medios de producción</b>	<b>11406</b>	<b>36.890</b>
1 Inseguridad del proceso	1570	5.078
2 Mantenimiento	1567	5.068
3 Manejo inapropiado de los materiales	1415	4.576
4 Falta equipo y herramienta	1229	3.975
5 Ergonomía inapropiada	1175	3.800
6 Falta control equipo y herramienta	1132	3.661
7 Aprovechamiento inadecuado	911	2.946
8 Lugares inapropiados	910	2.943
9 Equipo inapropiado	799	2.584
10 Uso ineficiente del equipo y herramienta	698	2.258
<b>Problemas asociados a la dirección y gestión</b>	<b>6862</b>	<b>22.193</b>
1 Falta de compromisos	1315	4.253
2 Control entregas y pedidos	1215	3.930
3 Capacitación	1176	3.803
4 Falta control administración	967	3.128
5 Trabajo en equipo	886	2.866
6 Deficiente asignación de funciones y responsabilidades	792	2.562
7 Definición de políticas	511	1.653
<b>Problemas asociados a la seguridad</b>	<b>895</b>	<b>2.933</b>
1 Mantenimiento instalaciones	490	1.585
2 Inseguridad personal	275	0.889
3 Falta de seguridad en el equipo y herramienta	130	0.459
<b>Otros</b>	<b>2094</b>	<b>6.773</b>
1 Falta de especificaciones	482	1.559
2 Falta planeación	339	1.096
3 Falta documentación	278	0.899
4 Mano de obra extra	190	0.615
5 Obsolescencia en equipo y herramienta	158	0.511
6 Falta pronósticos	157	0.508
7 Contratación personal	142	0.459
8 Servicio al cliente	119	0.385
9 Materiales inapropiados	84	0.272
10 Diseño	75	0.243
11 Rotación personal	70	0.226



### 5.3 Problemática de las MPyMEs manufactureras según rama industrial y entidad federativa

Para analizar la problemática operativa de las MPyMEs manufactureras, intervenidas por el Taller Compite de Reingeniería de Procesos (TCRP), según rama industrial y entidad federativa se utiliza el nivel de incidencia de los conglomerados que integran la estructura subyacente de la problemática de los sistemas de producción.

Para el cálculo del índice de incidencia de los conglomerados se divide la suma del número de problemas identificados, pertenecientes al conglomerado, entre el número de empresas del estrato en estudio (total de empresas asesoradas por el TCRP pertenecientes a la rama o entidad federativa en estudio) y entre el número de problemas que componen al conglomerado; esto es:

$$I.I.S = \frac{\sum_{p=1}^{n_C} \sum_{e=1}^{n_{ES}} x_{ep}}{(n_{ES})(n_C)} \times 100 \quad (5.1)$$

donde:

$I.I.S$  se refiere al índice de incidencia de un conglomerado por parte de las MPyMEs de un cierto estrato. Se mide en una escala de 0 a 100.

$x_{ep}$  es el valor de la  $e$ -ésima empresa ( $e=1, \dots, n_{ES}$ ) en el  $p$ -ésimo problema ( $p=1, \dots, n_C$ ) en el  $C$ -ésimo conglomerado de la estructura subyacente de la problemática de los sistemas de producción ( $C=1, \dots, 5$ ).

$n_{ES}$  = número de empresas del estrato en estudio, intervenidas por el TCRP, que contienen la información pertinente: lista de desperdicios categorizada.

$n_C$  = número de problemas que componen al conglomerado.

Las figuras 5.3 y 5.4 muestran la incidencia de los conglomerados de problemas de los sistemas de producción considerando algunas ramas industriales y algunas entidades federativas.

Para la selección de las cinco ramas industriales y las cinco entidades federativas que se presentan en las figuras 5.3 y 5.4 se consideró que cada estrato presentara un registro de más de cien empresas con la lista de desperdicios categorizada en el sistema de información. Por su parte, para la selección de las ramas industriales se tomó también en cuenta que pertenecieran a distintos subsectores, mientras que las entidades federativas fueran parte de las cinco regiones en que el INEGI divide al sector manufacturero (capítulo 1).

De las figuras se tiene:

- Conglomerado de problemas asociados a la planeación y control, corresponde al de mayor nivel de incidencia,  $I.I.MPyMEs=62.17$ .

Además, su incidencia varía en mayor magnitud entre entidades federativas que entre ramas industriales. Por entidad federativa, la mayor variación del índice de incidencia corresponde a 19.3, la cual está conferida por los estados de Michoacán ( $I.I.Michoacán=71.86$ ) y Durango ( $I.I.Durango=52.56$ ). En cambio, por ramas industriales, la mayor variación del índice corresponde a 14.9, la cual está conferida por las ramas confección de prendas de vestir ( $I.I.3220=68.97$ ) y elaboración de productos alimenticios de consumo humano ( $I.I.3121=54.06$ ).

- Conglomerado de problemas asociados a los medios de producción, presenta un nivel de incidencia general de  $I.I.MPyMEs=36.7$ .

El nivel de variación de incidencia es similar entre ramas industriales y entre entidades federativas. Elaboración de productos de plástico es la rama industrial que identifica con mayor frecuencia este conglomerado ( $I.I._{3560}=42.79$ ), en cambio, confección de prendas de vestir ( $I.I._{3220}=33.25$ ) y elaboración de productos alimenticios de consumo humano ( $I.I._{3127}=32.03$ ) son las ramas que lo detectan con menor frecuencia; por tanto, la mayor variación de incidencia corresponde a 10.76. En cuanto a las entidades federativas se observa que Durango presenta el nivel de incidencia mayor ( $I.I._{Durango}=38.37$ ) y Chihuahua el menor ( $I.I._{Chihuahua}=28.26$ ), la mayor variación es de 10.11.

- Conglomerado de problemas asociados a la dirección y gestión presenta un nivel de incidencia general de  $I.I._{MPyMEs}=31.55$ .

Por ramas industriales, este conglomerado no presenta grandes diferencias, la mayor variación corresponde a 10.63; no es el mismo caso si se comparan las incidencias entre entidades federativas, la mayor variación corresponde a 19.9. Elaboración de producto de plástico es la rama con mayor incidencia en los problemas de este conglomerado ( $I.I._{3560}=37.41$ ), mientras que la rama de fabricación y reparación de muebles es la de menor incidencia ( $I.I._{3320}=26.78$ ). En cuanto a entidades federativas, Durango ( $I.I._{Durango}=37.79$ ) es el que presenta mayor incidencia y Chihuahua el que presenta menor incidencia ( $I.I._{Chihuahua}=17.89$ ).

- Conglomerado de problemas asociados a la seguridad, corresponde al de menor nivel de incidencia general con un valor de 9.59.

Al igual que el conglomerado de problemas asociados a la dirección y gestión existe un mayor contraste en el nivel de incidencia por entidad federativa que por rama industrial, la variación máxima por entidad federativa corresponde a 11.74 y por rama industrial a 5.28. La rama de fabricación y reparación de muebles presenta la mayor incidencia ( $I.I._{3320}=11.78$ ), mientras que la rama de elaboración de otros productos alimenticios de consumo humano la menor incidencia ( $I.I._{3127}=6.50$ ). El estado de Durango presenta la mayor incidencia ( $I.I._{Durango}=16.3$ ), mientras que Chihuahua la menor ( $I.I._{Chihuahua}=4.56$ ).

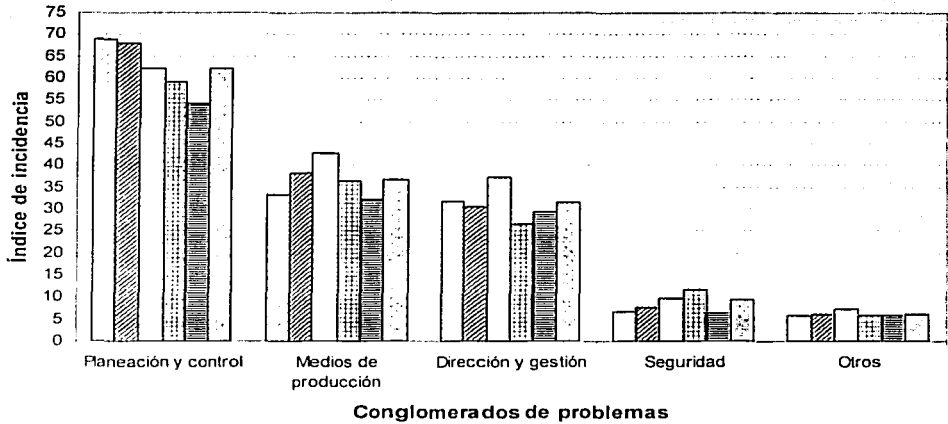
- Conglomerado denominado otros, presenta un nivel de incidencia a nivel general de  $I.I._{MPyMEs}=6.13$ .

Entre las ramas industriales se presenta un nivel de incidencia similar, no así entre las entidades federativas; sin embargo, la máxima variación es pequeña comparada con las de los demás conglomerados. Elaboración de productos de plástico es la rama que detectó con mayor frecuencia este conglomerado ( $I.I._{3560}=7.4$ ). Las demás ramas presentaron un nivel de incidencia entre 5.8 y 6.3. En cuanto a la entidades federativas, Michoacán es el estado que presenta el nivel más alto de incidencia ( $I.I._{Michoacán}=9.81$ ), mientras que Chihuahua es el que presenta menor incidencia ( $I.I._{Chihuahua}=3.88$ ).

Las tablas E.1 y E.2 del anexo E reúnen los índices de incidencia de los conglomerados de todas las ramas industriales y de todas las entidades federativas estudiadas.

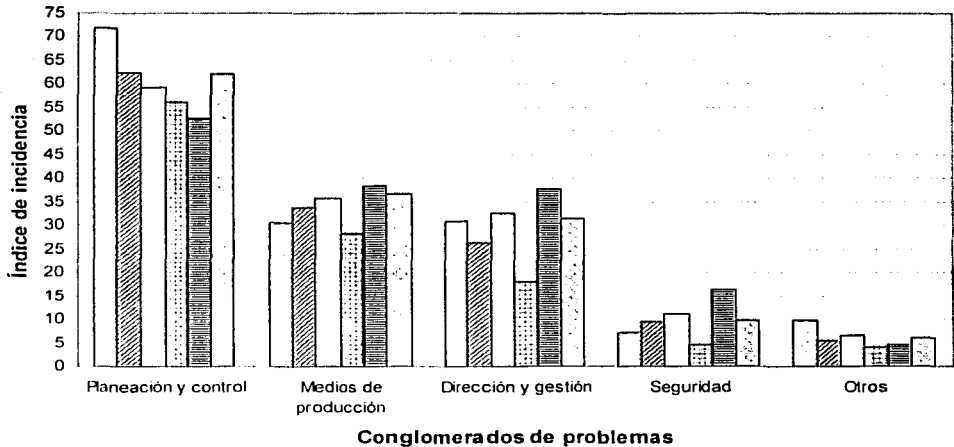
**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**Figura 5.3 Problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras por rama industrial**



- Conglomerados de problemas**
- 3220 Confección de prendas de vestir (624 empresas)
  - ▨ 3814 Fabricación de otros productos metálicos. Excluye maquinaria y equipo (112 empresas)
  - ▤ 3560 Elaboración de productos de plástico (118 empresas)
  - ▧ 3320 Fabricación y reparación de muebles, principalmente de madera, incluye colchones (351 empresas)
  - ▩ 3121 Elaboración de otros productos alimenticios para el consumo humano (118 empresas)
  - 3 MPyMEs (3108 empresas)

**Figura 5.4 Problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras por entidad federativa**



- Conglomerados de problemas**
- Michoacán (113 empresas)
  - ▨ México (139 empresas)
  - ▤ Veracruz (163 empresas)
  - ▧ Chihuahua (190 empresas)
  - ▩ Durango (172 empresas)
  - MPyMEs (3108 empresas)

## 6. Conclusiones

- En México existen alrededor de 2 millones 726 mil empresas, de las cuales el 99.75% son MPyMEs que en conjunto generan el 75% de los empleos existentes en la industria del país. De aquí, la importancia de fortalecer las MPyMEs.
- Las micro, pequeñas y medianas empresas (MPyMEs) agrupadas en el sector manufacturero representan el 12.6% del total de las empresas del país generando el 23.1% de los empleos; en contraste las MPyMEs del sector servicios comprenden el 34.3% y generan el 24.3% de los empleos y las MPyMEs del sector comercio abarcan el 52.9% generando el 27.6% de los empleos. Por tanto, las MPyMEs del sector manufacturero son las unidades económicas que generan un mayor número de empleos por empresa.
- En el sector manufacturero existen 344 mil unidades económicas que ocupan a 4.2 millones de personas. El 99.6% de los establecimientos manufactureros en el país son MPyMEs y generan el 65.17% de los empleos de este sector. Considerando únicamente a las MPyMEs del sector manufacturero, la industria de alimentos, bebidas y tabaco es la que presenta mayor número de establecimientos. La industria de textiles, prendas de vestir y artículos de cuero es el que genera el mayor número de empleos. Por otra parte, el que reporta mayor valor agregado censal bruto corresponde a la industria de productos metálicos, maquinaria y equipo.
- El 33% de las MPyMEs se encuentran en el centro del país (Distrito Federal, México, Puebla, Hidalgo, Morelos y Tlaxcala) y el 30% en la región del Pacífico (Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Guerrero, Chiapas, Sinaloa, Nayarit, Colima y Baja California Sur). Por lo tanto, estas regiones concentran 6 de cada 10 MPyMEs del país, más de la mitad.
- Por otra parte, los resultados favorables obtenidos de los indicadores de desempeño del Taller Compite de Reingeniería de Procesos (TCRP) revelan dos aspectos: el buen desempeño del taller, lo que a su vez indica una correcta identificación de los desperdicios por parte de las empresas intervenidas; y la ineficiencia existente en los sistemas de producción de las MPyMEs.
- La experiencia del Taller Compite de Reingeniería de Procesos permitió identificar las necesidades concretas en el área de producción de 3108 MPyMEs manufactureras mexicanas en diversos estratos (rama industrial, entidad federativa) a través de la recopilación de los comentarios por parte de los trabajadores y directivos involucrados en el proceso productivo de una empresa en los expedientes COMPITE.
- La categorización de los desperdicios fue de vital importancia para el desarrollo de este trabajo, puesto que el nivel de detalle de los desperdicios identificados por cada una de las empresas no permite su análisis en conjunto.
- El análisis de Pareto permitió conocer que el 90% de la problemática, es ocasionada por 22 de los 36 problemas que corresponden al 61% del total de éstos, mientras que el otro 10% es causado por el 39% del total de los problemas, es decir, por 14 problemas. Esto proporciona la importancia relativa de los problemas de los sistemas de producción de las MPyMEs.
- Dada la diversidad de problemas que aquejan a las MPyMEs manufactureras intervenidas por COMPITE, este trabajo propone una metodología para su estudio. De este modo, el análisis de conglomerados, método del análisis multivariante, permitió identificar el comportamiento y características de la problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs, estableciendo cinco grupos de problemas:

- Problemas asociados a los medios de producción.
  - Problemas asociados a la planeación y control.
  - Problemas asociados a la dirección y gestión.
  - Problemas asociados a la seguridad
  - Otros
- El grupo de problemas asociados a los medios de producción, el de problemas asociados a la planeación y control, y el de problemas asociados a la dirección y gestión integran el 90% de la problemática de las empresas intervenidas por el TCRP, estos grupos están formados por los 22 problemas que generan el 90% de la problemática.
- El conocimiento de los grupos de problemas facilita el diseño de programas de capacitación o apoyo a las MPyMEs enfocados a necesidades concretas, así como establecer prioridades de los problemas a solucionar. Lo anterior conduciría a obtener mejores resultados, y a optimizar recursos de los organismos que diseñan los programas de fomento industrial.
- El grupo de problemas asociados a los medios de producción es el más relevante en las MPyMEs manufactureras estudiadas, puesto que causa el 37% de la problemática. Los problemas que integran este grupo son: lugares inapropiados para los materiales, el manejo inapropiado de los materiales, uso ineficiente del equipo y herramienta, aprovechamiento inadecuado de los materiales, falta de mantenimiento en equipo y herramienta, inseguridad en el proceso, falta de equipo, falta de control de equipo y herramienta, equipo inapropiado y ergonomía inapropiada indican la necesidad de fortalecer o generar programas enfocados a la capacitación y asistencia técnica.
- El conglomerado de problemas asociados a la planeación y control es un grupo de gran relevancia en las MPyMEs manufactureras estudiadas, causa el 31% de la problemática. Este conocimiento llevará al diseño de un programa de fomento industrial que enfoque sus esfuerzos a dar solución a los problemas involucrados en este grupo: planeación y control de la producción, distribución de planta y técnicas inapropiadas.
- Para resolver el grupo de problemas asociados a la dirección y gestión, problemas que en conjunto ocasionan el 22% de la problemática, sería conveniente fortalecer los programas de apoyo a la implantación de sistemas de calidad, los cuales permiten a las empresas establecer con precisión los procedimientos productivos, para dar solución a problemas como: falta de definición de responsabilidades y funciones, falta definición de políticas, falta de compromisos, falta control de la administración, falta trabajo en equipo, falta capacitación y falta control de entregas y pedidos.

## 6.1 Posibles fuentes de incertidumbre

Analizar el comportamiento de la problemática de los sistemas de producción empleando la información recopilada por COMPITE, a través del taller de reingeniería de procesos, implicó algunas fuentes de incertidumbre, las cuales se mencionan a continuación:

- Es posible que la información utilizada para analizar la problemática presente un sesgo, puesto que proviene de la interpretación de los desperdicios enlistados en los expedientes COMPITE con el fin de estructurarlos en el sistema de información y facilitar su análisis. Cabe mencionar que la interpretación fue realizada por ingenieros industriales.
- El conjunto de empresas analizadas no son una muestra estadísticamente aleatoria de las MPyMEs manufactureras mexicanas, lo que impide hacer inferencias estadísticas de la

problemática operativa en el área de producción. Sin embargo, se debe considerar que se analizaron 3108 MPyMEs manufactureras lo que corresponde al 2.2% de las MPyMEs registradas por el INEGI con tres o más trabajadores.

## **6.2 Posibles líneas de investigación**

Con el objeto de reducir o eliminar algunas de las fuentes de incertidumbre y mejorar el estudio de la problemática de las MPyMEs a partir de los talleres COMPITE, se propone:

- Validar la categorización de los desperdicios realizada comparándola con la interpretación que podrían efectuar los propios consultores COMPITE, ya que ellos tienen un amplio conocimiento de los posibles problemas que aquejan a las empresas y que son los que dirigen el TCRP.
- Debido a que el día 1 de enero del presente año entró en vigor la "Ley para el desarrollo de la competitividad de la micro, pequeña y mediana empresa", donde las MPyMEs son redefinidas como aquellas empresas que ocupan de 0 a 250 trabajadores, se propone realizar el análisis de conglomerados con la nueva estratificación y comparar los resultados con los del análisis realizado en este trabajo (el cual consideró a la MPyMEs como aquellas que ocupan de 0 a 500 trabajadores).
- Conjugar el análisis de conglomerados de la problemática de las MPyMEs manufactureras con otros métodos multivariantes para obtener una mejor evaluación de los resultados y una mejor descripción de la problemática de los sistemas de producción.

## Anexos



## **Anexo A**

### **Estratificación de las MPyMEs**

#### **ACUERDO DE ESTRATIFICACIÓN DE EMPRESAS MICRO, PEQUEÑAS Y MEDIANAS**

Con fundamento en los artículos 34 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 3o. de la Ley Federal para el Fomento de la Microindustria y la Actividad Artesanal; 5o. fracción I de los Estatutos del Consejo Nacional de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa y 5o. fracción XVI del Reglamento Interior de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, y considerando:

Que los Estatutos del Consejo Nacional de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa, publicado el 23 de mayo de 1995, prevén que el Consejo tendrá por objeto estudiar, diseñar y coordinar la instrumentación de las medidas de apoyo para promover la competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas, así como promover los mecanismos para que reciban asesoría integral especializada, y

Que los criterios de estratificación vigentes han sido superados, propiciando la divergencia de clasificaciones, por lo que es conveniente definir los estratos con la finalidad de establecer rangos acordes con las necesidades actuales que apoyen y promuevan la instalación y operación de las empresas micro, pequeñas y medianas, así como orientar la homologación con las tendencias mundiales, motivo por el que he tenido a bien expedir el siguiente:

#### **ACUERDO**

**ARTÍCULO PRIMERO.-** Se establecen los criterios de estratificación de empresas de la siguiente manera:

<b>TAMAÑO</b>	<b>SECTOR</b>		
	<b>CLASIFICACION POR NUMERO DE EMPLEADOS</b>		
	<b>INDUSTRIA</b>	<b>COMERCIO</b>	<b>SERVICIOS</b>
<b>MICROEMPRESA</b>	0-30	0-5	0-20
<b>PEQUEÑA EMPRESA</b>	31-100	6-20	21-50
<b>MEDIANA EMPRESA</b>	101-500	21-100	51-100
<b>GRAN EMPRESA</b>	501 EN ADELANTE	101 EN ADELANTE	101 EN ADELANTE

Martes 30 de marzo de 1999  
DOF

**LEY PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETITIVIDAD DE LA MICRO, PEQUEÑA Y  
MEDIANA EMPRESA**

**Capítulo Primero**

**Del Ámbito de Aplicación y Objeto de la Ley**

**Artículo 3.-** Para los efectos de esta Ley, se entiende por:

III. MIPYMES: Micro, pequeñas y medianas empresas, legalmente constituidas, con base en la estratificación establecida por la Secretaría, de común acuerdo con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y publicada en el Diario Oficial de la Federación, partiendo de la siguiente:

<b>Estratificación por Número de Trabajadores</b>			
<b>Sector/Tamaño</b>	<b>Industria</b>	<b>Comercio</b>	<b>Servicios</b>
Micro	0-10	0-10	0-10
Pequeña	11-50	11-30	11-50
Mediana	51-250	31-100	51-100

Se incluyen productores agrícolas, ganaderos, forestales, pescadores, acuicultores, mineros, artesanos y prestadores de servicios turísticos;

Lunes 30 de diciembre de 2002  
DOF, Segunda Sección, p.51.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## Anexo B Estructura del sector manufacturero

### Rama industrial

<b>31 Productos alimenticios, bebidas y tabaco</b>	
<b>Código</b>	<b>Rama Industrial</b>
3111	Industria de la carne
3112	Elaboración de productos lácteos
3113	Elaboración de conservas alimenticias
3114	Beneficio y molienda de cereales de otros productos agrícolas
3115	Elaboración de productos de panadería
3116	Molienda de nixtamal y fabricación de tortillas
3117	Fabricación de aceites y grasas comestibles.
3118	Industria azucarera
3119	Fabricación de cocoa, chocolates y artículos de confitería
3121	Elab. de otros productos alimenticios para el consumo humano
3122	Elab. de alimentos preparados para animales
3130	Industria de las bebidas
3140	Industria del tabaco
<b>32 Textiles, prendas de vestir e industria del cuero</b>	
<b>Código</b>	<b>Rama Industrial</b>
3211	Industria textil de fibras duras y cordelería de todo tipo
3212	Hilado, tejido y acabados de fibras blandas. Excluye de punto
3213	Confección con materiales textiles. Incluye la fabricación de tapices y alfombras de fibras blandas
3214	Fabricación de tejidos de punto
3220	Confección de prendas de vestir
3230	Industria del cuero, pieles y sus productos
3240	Industria del calzado. Excluye de hule y/o plástico
<b>33 Industria de la madera y productos de madera. Incluye muebles</b>	
<b>Código</b>	<b>Rama Industrial</b>
3311	Fabricación de productos de aserradero y carpintería. Excluye muebles
3312	Fabricación de envases y otros productos de madera y corcho. Excluye muebles
3320	Fabricación y reparación de muebles, principalmente de madera. Incluye colchones
<b>34 Papel y productos de papel, imprentas y editoriales</b>	
<b>Código</b>	<b>Rama Industrial</b>
3410	Manufactura de celulosa, papel y sus productos
3420	Imprentas, editoriales e industrias conexas
<b>35 Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico</b>	
<b>Código</b>	<b>Rama Industrial</b>
3511	Petroquímica básica
3512	Fabricación de sustancias químicas. Excluye las petroquímicas básicas
3513	Industria de las fibras artificiales y/o sintéticas
3521	Industria farmacéutica
3522	Fabricación de otras sustancias y productos químicos
3530	Refinación de petróleo
3540	Industria de coque. Incluye otros derivados del carbon, mineral y del petroleo
3550	Industria del hule
3560	Elaboración de productos de plástico

<b>36 Productos minerales no metálicos. Excluye los derivados del petróleo y del carbón</b>	
<b>Código</b>	<b>Rama Industrial</b>
3611	Alfarería y cerámica. Excluye materiales de construcción
3612	Fabricación de materiales de arcilla para la construcción
3620	Fabricación de vidrio y productos de vidrio
3691	Fabricación de cemento, cal, yeso y otros productos a base de minerales no metálicos
<b>37 Industrias metálicas básicas</b>	
<b>Código</b>	<b>Rama Industrial</b>
3710	Industria básica del hierro y el acero
3720	Industrias básicas de metales no ferrosos. Incluye el tratamiento de combustibles nucleares
<b>38 Productos metálicos, maquinaria y equipo. Incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión</b>	
<b>Código</b>	<b>Rama Industrial</b>
3811	Fundición y moldeo de piezas metálicas, ferrosas y no ferrosas
3812	Fabricación de estructuras metálicas, tanques y calderas industriales. Incluye trabajos de herrería
3813	Fabricación y reparación de muebles metálicos
3814	Fabricación de otros productos metálicos. Excluye maquinaria y equipo
3821	Fabricación, reparación y/o ensamble de maquinaria y equipo para fines específicos, con o sin motor eléctrico integrado
3822	Fabricación, reparación y/o ensamble de maquinaria y equipo para usos generales, con o sin motor eléctrico integrado
3823	Fabricación y/o ensamble de máquinas de oficina, cálculo y procesamiento informático
3831	Fabricación y/o ensamble de maquinaria, equipo y accesorios eléctricos. Incluso para la generación de energía eléctrica
3832	Fabricación y/o ensamble de equipo electrónico de radio, televisión, comunicaciones y de uso médico
3833	Fabricación y/o ensamble de aparatos y accesorios de uso doméstico, eléctricos y no eléctricos. Excluye electrónicos
3841	Industria automotriz
3842	Fabricación, reparación y/o ensamble de equipo de transporte y sus partes. Excluye automóviles y camiones
3850	Fabricación, reparación y/o ensamble de instrumentos y equipo de precisión. Excluye los electrónicos. Incluye instrumental quirúrgico
<b>39 Otras industrias manufactureras</b>	
<b>Código</b>	<b>Rama Industrial</b>
3900	Otras industrias manufactureras

### **Clase de actividad económica**

<b>31 Productos alimenticios, bebidas y tabaco</b>	
<b>Código Rama</b>	<b>Actividad Económica</b>
3111	311101 Matanza de ganado y aves
3111	311102 Congelación y empaquetado de carne fresca
3111	311103 Preparación de conservas y embutidos de carne
3112	311201 Tratamiento y envasado de leche
3112	311202 Elaboración de crema, queso y mantequilla
3112	311203 Elaboración de leche condensada, evaporada y en polvo
3112	311204 Elaboración de helados y paletas
3112	311205 Elaboración de cajetas y otros productos lácteos
3113	311301 Preparación y envasado de frutas y legumbres
3113	311302 Deshidratación de frutas y legumbres.
3113	311303 Elaboración de sopas y guisos preparados
3113	311304 Congelación y empaques de pescados y mariscos frescos

3113	311305	Preparación y envasado de conservas de pescados y mariscos
3113	311306	Secado y salado de pescados y mariscos
3113	311307	Elab. de concentrados para caldos de res, pollo, pescado, mariscos y verduras
3114	311401	Beneficio de arroz
3114	311402	Beneficio de café
3114	311403	Tostado y molienda de café
3114	311404	Molienda de trigo
3114	311405	Elaboración de harina de maíz
3114	311406	Elaboración de otros productos de molino a base de cereales y leguminosas
3114	311407	Beneficios de otros productos agrícolas no mencionados anteriormente
3115	311501	Elaboración de galletas y pastas alimenticias
3115	311502	Elaboración y venta de pan y pasteles (panaderías)
3115	311503	Panadería y pastelería industrial
3116	311601	Molienda de nixtamal
3116	311602	Tortillerías
3117	311701	Fabricación de aceites y grasas vegetales comestibles
3117	311702	Fabricación de aceites y grasas animales comestibles
3118	311801	Elaboración de azúcar y productos residuales de la caña
3118	311802	Elaboración de piloncillo o panela
3119	311901	Elaboración de cocoa y chocolate de mesa
3119	311902	Elaboración de dulces, bombones y confituras
3119	311903	Elaboración de chicles
3121	312120	Elaboración de café soluble
3121	312121	Elaboración de concentrados, jarabes y colorantes naturales para alimentos
3121	312122	Tratamiento y envasado de miel de abeja
3121	312123	Elaboración de almidones, féculas y levaduras
3121	312124	Elaboración de mayonesa, vinagre y otros condimentos
3121	312125	Fabricación de hielo
3121	312126	Elaboración de gelatinas, flanes y postres en polvo para preparar en el hogar
3121	312127	Elaboración de botanas y productos de maíz no mencionados anteriormente
3121	312128	Envasado de té
3121	312129	Elaboración de otros productos alimenticios para consumo humano
3122	312200	Preparación y mezcla de alimentos para animales
3130	313011	Elaboración de bebidas destiladas de agaves
3130	313012	Elaboración de bebidas destiladas de caña
3130	313013	Elaboración de bebidas destiladas de uva
3130	313014	Elaboración de otras bebidas alcohólicas destiladas
3130	313020	Destilación de alcohol etílico
3130	313031	Vinificación (Elaboración de bebidas fermentadas de uva)
3130	313032	Elaboración de pulque
3130	313033	Elaboración de sidra
3130	313040	Industria de la cerveza y la malta
3130	313050	Elaboración de refrescos y otras bebidas no alcohólicas
3140	314001	Beneficio de tabaco
3140	314002	Fabricación de cigarros
3140	314003	Fabricación de puros y otros productos de tabaco
<b>32 Textiles, prendas de vestir e industria del cuero</b>		
<b>Código Rama</b>	<b>Actividad Económica</b>	
3211	321111	Preparación de fibras de henequén
3211	321112	Hilado y tejido de henequén
3211	321113	Hilado y tejido de Ixtle de palma y otras fibras duras
3211	321120	Fabricación de cordelería de fibras de todo tipo naturales o químicas
3212	321201	Despepite y empaque de algodón
3212	321202	Hilado de fibras blandas

3212	321203	Fabricación de hilo para coser, bordar y tejer
3212	321204	Fabricación de estambres de lana y fibras químicas
3212	321205	Fabricación de telas de lana y sus mezclas
3212	321206	Tejido de fibras blandas
3212	321207	Acabado de hilos y telas de fibras blandas
3212	321208	Fabricación de encajes, cintas, etiquetas y otros productos de pasamanería
3212	321209	Fabricación de fieltro y entretelas de fibras blandas
3212	321210	Tejido de rafia sintética
3212	321211	Tejido de redes y paño para pescar de fibras blandas
3212	321212	Hilado y tejido de regenerados
3212	321213	Otros hilados y tejidos no mencionados anteriormente
3212	321214	Fabricación de algodón absorbente, vendas y similares
3212	321215	Fabricación de telas no tejidas
3212	321216	Fabricación de textiles recubiertos o con baño
3213	321311	Confección de sábanas, manteles, colchas y similares
3213	321312	Confección de productos bordados y deshilados
3213	321321	Confección de toldos, cubiertas para automóvil y tiendas de campaña
3213	321322	Confección de otros artículos con materiales textiles naturales o sintéticos
3213	321331	Tejido a mano de alfombras y tapetes de fibras blandas
3213	321332	Tejido a máquina de alfombras y tapetes de fibras blandas
3214	321401	Fabricación de medias y calcetines
3214	321402	Fabricación de suéteres
3214	321403	Fabricación de ropa interior de punto
3214	321404	Fabricación de telas de puntos
3214	321405	Fabricación de ropa exterior de punto y otros artículos
3220	322001	Confección de ropa exterior para caballero hecha en serie
3220	322002	Confección de ropa exterior para caballero hecha sobre medida
3220	322003	Confección de ropa exterior para dama hecha en serie
3220	322004	Confección de ropa exterior para dama hecha sobre medida
3220	322005	Confección de camisas
3220	322006	Confección de uniformes
3220	322007	Conf de prendas de vestir de cuero, piel y materiales sucedáneos para caballero
3220	322008	Conf De prendas de vestir de cuero, piel y materiales sucedáneos para dama
3220	322009	Confección de ropa exterior para niños y niñas
3220	322010	Confección de otras prendas exteriores de vestir
3220	322011	Confección de corsetería
3220	322012	Confección de otra ropa interior
3220	322013	Fabricación de sombreros, gorras y similares, excluye de palmas y otras fibras duras
3220	322014	Fab de sombreros, gorras y similares, hechos de palmas y otras fibras duras
3220	322015	Confección de guantes, corbatas, pañuelos y similares
3230	323001	Curtido y acabado de cuero
3230	323002	Curtido y acabado de pieles sin depilar
3230	323003	Fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos
3240	324001	Fabricación de calzado principalmente de cuero
3240	324002	Fabricación de calzado de tela con suela de hule o sintética
3240	324003	Fab de huaraches, alpargatas y otro tipo de calzado no especificado anteriormente
<b>33 Industria de la madera y productos de madera. Incluye muebles</b>		
<b>Código Rama</b>	<b>Actividad Económica</b>	
3311	331101	Obtención de productos de aserradero
3311	331102	Fabricación de triplay, fibracel y tableros aglutinados
3311	331103	Fabricación de productos de madera para la construcción
3312	331201	Fabricación de envases de madera
3312	331202	Fabricación de artículos de palma, vara, carrizo, mimbre y similares
3312	331203	Fabricación de ataúdes

3312	331204	Fabricación de productos de corcho
3312	331205	Fabricación de hormas y tacones de madera para calzado
3312	331206	Fabricación Fab. De otros productos de madera
3320	332001	Fabricación y reparación de muebles principalmente de madera
3320	332002	Fabricación de partes y piezas para muebles
3320	332003	Fabricación de colchones
3320	332004	Fabricación y reparación de persianas
<b>34 Papel y productos de papel, imprentas y editoriales</b>		
<b>Código Rama</b>	<b>Actividad Económica</b>	
3410	341010	Fabricación de celulosa
3410	341021	Fabricación de papel
3410	341022	Fabricación de cartón y cartoncillo
3410	341031	Fabricación de envases de cartón
3410	341032	Fabricación de envases de papel
3410	341033	Fabricación de productos de papelería
3410	341034	Fab. De otros productos de papel, cartón y pasta de celulosa no mencionados
3420	342001	Edición de periódicos y revistas
3420	342002	Edición de libros y similares
3420	342003	Impresión y encuadernación
3420	342004	Industrias auxiliares y conexas con la edición e impresión
<b>35 Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico</b>		
<b>Código Rama</b>	<b>Actividad Económica</b>	
3511	351100	Fabricación de productos petroquímicos básicos
3512	351211	Fabricación de productos químicos básicos orgánicos
3512	351212	Fabricación de productos químicos básicos inorgánicos
3512	351213	Fabricación de colorantes y pigmentos
3512	351214	Fabricación de gases industriales
3512	351215	Fabricación de aguarrás y brea o colofonia
3512	351216	Fabricación de otros productos químicos básicos
3512	351221	Fabricación de fertilizantes
3512	351222	Mezclas de insecticidas y plaguicidas
3512	351231	Fabricación de resinas sintéticas y plastificantes
3512	351232	Fabricación de hule sintético o neopreno
3513	351300	Fabricación de fibras químicas
3521	352100	Fabricación de productos farmacéuticos
3522	352210	Fabricación de pinturas, barnices, lacas y similares
3522	352221	Fabricación de perfumes, cosméticos y similares
3522	352222	Fabricación de jabones, detergentes y dentífricos
3522	352231	Fabricación de adhesivos, impermeabilizantes y similares
3522	352232	Fabricación de tintas para impresión y escritura
3522	352233	Fabricación de cerillos
3522	352234	Fabricación de películas, placas y papel sensible para fotografía
3522	352235	Fabricación de velas y veladoras
3522	352236	Fabricación de explosivos y fuegos artificiales
3522	352237	Fabricación de limpiadores aromatizantes y similares
3522	352238	Fabricación de aceites esenciales
3522	352239	Refinación de grasas y aceites animales no comestibles
3522	352240	Fabricación de otros productos químicos secundarios
3530	353000	Refinación de petróleo
3540	354001	Fabricación de coque y otros derivados del carbón mineral
3540	354002	Elaboración de aceites, lubricantes y aditivos cuando no se trata de una actividad realizada por PEMEX
3540	354003	Fabricación de materiales para pavimentación y techado a base de asfalto
3550	355001	Fabricación de llantas de cámara



3550	355002	Revitalización de llantas y cámaras
3550	355003	Fabricación de piezas y artículos de hule natural o sintético
3560	356001	Fabricación de película y bolsas de polietileno impresas o no impresas
3560	356002	Fabricación de perfiles, tubería y conexiones de resinas termoplásticas
3560	356003	Fabricación de productos de P. V. C. (vinilo)
3560	356004	Fab. de diversas clases de envases y piezas similares de plástico soplado
3560	356005	Fabricación de artículos de plástico para el hogar
		Fabricación de piezas industriales moldeadas con diversas resinas y los empaques de poliestireno expandible
3560	356006	
3560	356007	Fabricación de artículos de plástico reforzado (poliester con fibra de vidrio)
3560	356008	Fabricación de laminados decorativos e industriales
3560	356009	Fabricación de espumas uretánicas y sus productos (hule espuma)
3560	356010	Fabricación de calzado de plástico
3560	356011	Fabricación de juguetes de plástico
3560	356012	Fabricación de otros productos de plástico no enumerados anteriormente

**36 Productos minerales no metálicos. Excluye los derivados del petróleo y del carbón**

Código Rama	Actividad Económica	
3611	361100	Alfarería y cerámica
3612	361201	Fabricación de artículos sanitarios de cerámica
3612	361202	Fabricación de azulejos o loseta
3612	361203	Fabricación de ladrillos, tabiques y tejas de arcilla no refractaria
3612	361204	Fabricación de ladrillos, tabiques y otros productos de arcilla refractaria
3620	362011	Fabricación de vidrio plano, liso y labrado
3620	362012	Fabricación de espejos, lunas y similares
3620	362013	Fabricación de fibra de vidrio y sus productos
3620	362021	Fabricación de envases y ampollitas de vidrio
3620	362022	Fabricación de productos diversos de vidrio y cristal refractario y técnico
3620	362023	Industria artesanal de artículos de vidrio
3620	362024	Fabricación de otros artículos de vidrio y cristal no especificados anteriormente
3691	369111	Fabricación de cemento hidráulico
3691	369112	Elaboración de cal
3691	369113	Elaboración de yeso y sus productos
3691	369121	Fabricación de concreto premezclado
3691	369122	Fabricación de partes prefabricada de concreto para la construcción
3691	369123	Fabricación de mosaicos, tubos, postes y similares a base de concreto
3691	369124	Fabricación de productos de asbesto, cemento
3691	369131	Fabricación de abrasivos
3691	369132	Corte, pulido y laminado de mármol y otras piedras
3691	369133	Fabricación de otros materiales a base de minerales no metálicos aislantes

**37 Industrias metálicas básicas**

Código Rama	Actividad Económica	
3710	371001	Fundición primaria de hierro
3710	371002	Fabricación de ferroaleaciones
3710	371003	Fabricación de acero
3710	371004	Fundición de piezas de hierro y acero
3710	371005	Elaboración de desbastes primarios
3710	371006	Fabricación de laminados de acero, comprende laminados planos y no planos
3710	371007	Fabricación de tubos y postes de acero
3710	371008	Fabricación de otros productos de acero
3720	372001	Fundición y/o refinación de metales no ferrosos
3720	372002	Laminación, extrusión y/o estiraje de metales no ferrosos
3720	372003	Fundición y/o refinación de cobre y sus aleaciones
3720	372004	Laminación, extrusión y/o estiraje de cobre y sus aleaciones
3720	372005	Fundición, laminación, extrusión, refinación y/o estiraje de aluminio

3720	372006	Tratamiento de uranio y combustibles nucleares beneficiados
3720	372007	Fabricación de soldaduras a base de metales no ferrosos
<b>38 Productos metálicos, maquinaria y equipo. Incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión</b>		
<b>Código Rama</b>	<b>Actividad Económica</b>	
3811	381100	Fundición y moldeo de piezas metálicas
3812	381201	Fabricación de estructuras metálicas para la construcción
3812	381202	Fabricación y reparación de tanques metálicos
3812	381203	Fabricación y reparación de calderas industriales
3812	381204	Fabricación de puertas metálicas, cortinas y otros trabajos de herrería
3813	381300	Fabricación y reparación de muebles metálicos y accesorios
3814	381401	Fabricación y reparación de utensilios agrícolas y herramientas de mano sin motor
3814	381402	Fabricación de hojas de afeitar, cuchillería y similares
3814	381403	Fabricación de chapas, candados, llaves y similares
3814	381404	Fabricación de alambre y productos de alambre
3814	381405	Fabricación de tornillos, tuercas, remaches y similares
3814	381406	Fabricación de clavos, tachuelas, grapas y similares
3814	381407	Fabricación de envases y productos de hojalata y lámina
3814	381408	Fabricación de corcholatas y otros productos troquelados y esmaltados
3814	381409	Fabricación y reparación de válvulas metálicas
3814	381410	Fabricación y reparación de quemadores y calentadores
3814	381411	Fabricación de baterías de cocina
3814	381412	Galvanoplastia en piezas metálicas
3814	381413	Fabricación de otros productos metálicos
3821	382101	Fab. ensamble y reparación de tractores, maquinaria e implementos agrícolas
3821	382102	Fabricación, ensamble y reparación de maquinaria y equipo para madera y metales
3821	382103	Fabricación, ensamble y reparación de maquinaria y equipo para las industrias extractivas y de la construcción
3821	382104	Fabricación, ensamble y reparación de maquinaria y equipo para la industria alimentaria y de bebidas
3821	382105	Fabricación, ensamble y reparación de maquinas de coser de uso industrial
3821	382106	Fab. Ensamble y reparación de maquinaria y equipo para otras industria específicas
3822	382201	Fabricación, ensamble y reparación de motores no eléctricos
3822	382202	Fab., ensamble, rep. e instalación de maquinas para transportar y levantar materiales
3822	382203	Fabricación, ensamble y reparación de otra maquinaria y equipo de uso general no asignable a una actividad específica
3822	382204	Fab de partes y piezas metálicas sueltas para maquinaria y equipo en general
3822	382205	Fabricación, ensamble y reparación de bombas, rociadores y extinguidotes
3822	382206	Fabricación de equipos y aparatos de aire acondicionado, refrigeración y calefacción
3822	382207	Fabricación de filtros para líquidos y gases
3822	382208	Fabricación de armas de fuego y cartuchos
3823	382301	Fabricación, ensamble y reparación de máquinas para oficina
3823	382302	Fabricación, ensamble y reparación de máquinas de procesamiento informático
3831	383101	Fabricación, ensamble y reparación de motores eléctricos y equipo para la generación, transformación y utilización de la energía eléctrica solar o geotérmica
3831	383102	Fabricación de equipo para soldar
3831	383103	Fabricación de partes y accesorios para el sistema eléctrico automotriz
3831	383104	Fabricación, ensamble y reparación de equipos eléctricos para ferrocarriles
3831	383105	Fabricación, ensamble y reparación de equipos eléctricos para embarcaciones
3831	383106	Fabricación, ensamble y reparación de equipos eléctricos para aeronaves
3831	383107	Fabricación de acumuladores y pilas eléctricas
3831	383108	Fabricación de electrodos de carbón y grafito
3831	383109	Fabricación de materiales y accesorios eléctricos
3831	383110	Fabricación de focos, tubos y bombillas para iluminación
3831	383111	Fabricación, mantenimiento y reparación de anuncios luminosos y lámparas ornamentales, candiles y otros accesorios eléctricos

3832	383201	Fabricación, ensamble y reparación de equipo y aparatos para comunicación, transmisión y señalización
3832	383202	Fabricación de partes y refacciones para equipos de comunicación
3832	383203	Fabricación, ensamble y reparación de equipo y aparatos electrónicos para uso médico
3832	383204	Fabricación y ensamble de radios, televisores y reproductores de sonido
3832	383205	Fabricación de discos y cintas magnetofónicas
3832	383206	Fabricación de componentes y refacciones para radios, televisores y reproductores de sonido
3833	383301	Fabricación y ensamble de estufas y hornos de uso doméstico
3833	383302	Fabricación y ensamble de refrigeradores de uso doméstico
3833	383303	Fabricación y ensamble de lavadoras y secadoras de uso doméstico
3833	383304	Fabricación y ensamble de enseres domésticos menores
3833	383305	Fabricación, ensamble y reparación de máquinas de coser de uso doméstico
3833	383306	Fabricación y ensamble de calentadores eléctricos de uso doméstico
3841	384110	Fabricación y ensamble de automóviles y camiones
3841	384121	Fabricación y ensamble de carrocerías y remolques para automóviles y camiones
3841	384122	Fabricación de motores y sus partes para automóviles y camiones
3841	384123	Fabricación de partes para el sistema de transmisión de automóviles y camiones
3841	384124	Fabricación de partes para el sistema de suspensión de automóviles y camiones
3841	384125	Fab. de partes y accesorios para el sistema de frenos de automóviles y camiones
3841	384126	Fabricación de otras partes y accesorios para automóviles y camiones
3842	384201	Fabricación y reparación de embarcaciones
3842	384202	Fabricación y reparación de equipo ferroviario
3842	384203	Fabricación y ensamble de motocicletas
3842	384204	Fabricación de componentes y refacciones para motocicletas, bicicletas y similares
3842	384205	Fabricación, ensamble y reparación de aeronaves
3842	384206	Fabricación y reparación de otro equipo y material de transporte.
3850	385001	Fabricación y reparación de equipo e instrumental médico y de cirugía
3850	385002	Fabricación de equipo y accesorios dentales
3850	385004	Fab. y reparación de aparatos e instrumentos de medida y control técnico científico
3850	385005	Fabricación de anteojos, lentes, aparatos e instrumentos ópticos
3850	385006	Fabricación de aparatos fotográficos
3850	385007	Fabricación y reparación de máquinas fotocopiadoras
3850	385008	Fabricación y ensamble de relojes y sus partes
<b>39 Otras industrias manufactureras</b>		
<b>Código Rama</b>	<b>Actividad Económica</b>	
3900	390001	Fabricación de joyas y orfebrería de oro y plata
3900	390002	Acuñación de monedas
3900	390003	Fabricación y ensamble de instrumentos musicales y sus partes.
3900	390004	Fabricación de aparatos y artículos deportivos
3900	390005	Fabricación de artículos y útiles para oficina, dibujo y pintura artística
3900	390006	Fabricación de juguetes
3900	390007	Fabricación de escobas, cepillos y similares
3900	390008	Fabricación de joyas de fantasía y similares
3900	390009	Fabricación de sellos metálicos y de goma
3900	390010	Fabricación de cierres de cremallera con cremallera metálica o de plástico
3900	390011	Fabricación de otros productos no clasificados en otra parte
3900	390012	Fabricación y reparación de aparatos e instrumentos para pesar





## Anexo D

### Métodos alternativos del AC para validar la estructura subyacente obtenida de la problemática operativa de las MPyMEs

#### D.1 Análisis de conglomerados aplicado a la problemática de las MPyMEs utilizando el método de enlace completo

El método de enlace completo o vecino más lejano (*complete linkage or furthest neighbor technique*) comienza encontrando la distancia más pequeña en la matriz de proximidades, calculada con la medida de distancia ji-cuadrada, y uniendo los problemas correspondientes. En las siguientes etapas del procedimiento de aglomeración, los conglomerados se fusionan considerando la menor de las distancias existentes entre los problemas más lejanos de los distintos conglomerados, es decir, este método calcula la distancia entre dos conglomerados como la distancia entre sus dos puntos más distantes.

$$d_{(C1)(C2)} = \max \{d_{P_i P_j} : P_i \in C1, P_j \in C2\} \quad (D.1)$$

donde:

$C1$  y  $C2$  denotan los conglomerados.

$P_i$  y  $P_j$  denotan los problemas.

Por otra parte, una de las ventajas de este método es su simplicidad de cálculo y al igual que el método de Ward no presenta el problema de encadenamiento entre los conglomerados.

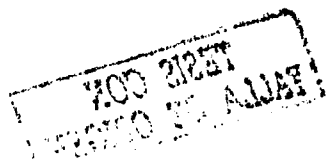
En la tabla D.1 se presenta el historial de aglomeración de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras, arrojado por el SPSS. Para la obtención del historial de aglomeración se parte de la matriz de proximidades calculada con la medida de distancia ji-cuadrada (tabla C.2 del anexo C) y se utiliza el enlace completo como criterio de aglomeración. En esta tabla se puede apreciar que el primer coeficiente de aglomeración o coeficiente de distancia corresponde a la distancia más pequeña de la matriz de proximidades.

**Tabla D.1** Historial de aglomeración de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras

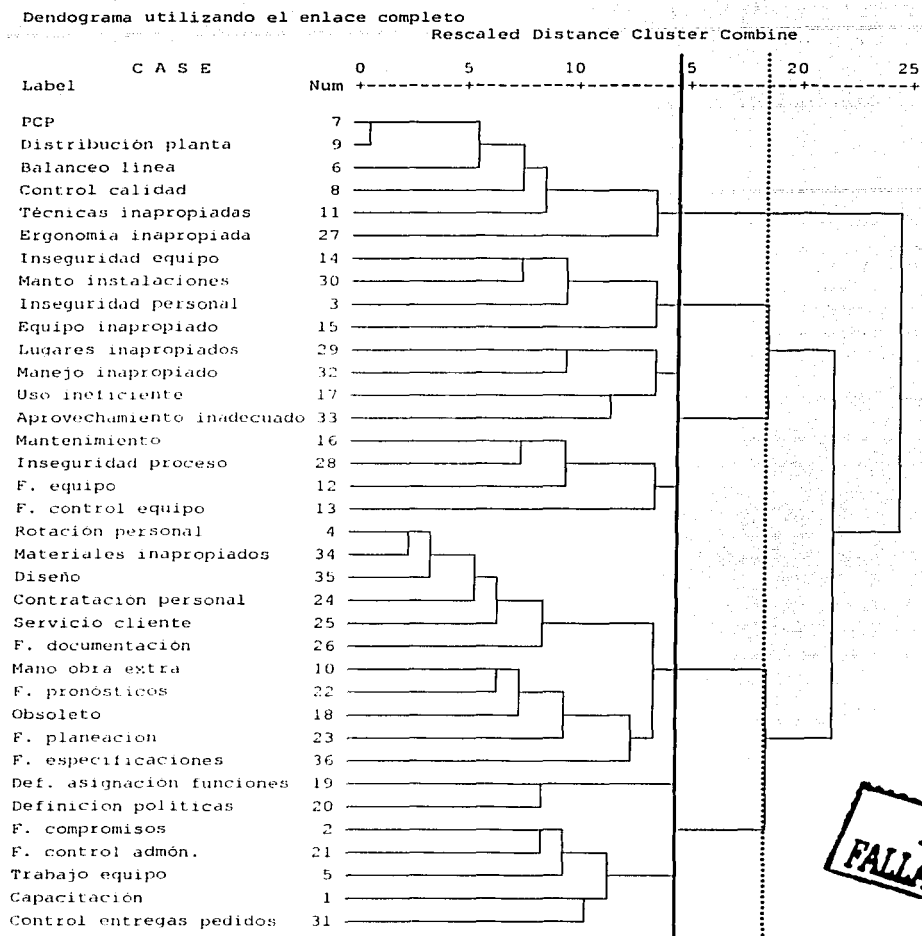
Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	7	9	.160	0	0	5
2	4	34	.213	0	0	3
3	4	35	.224	2	0	4
4	4	24	.254	3	0	6
5	6	7	.261	0	1	9
6	4	25	.275	4	0	13
7	10	22	.284	0	0	11
8	16	28	.291	0	0	17
9	6	8	.292	5	0	15
10	14	30	.292	0	0	16
11	10	18	.300	7	0	18
12	2	21	.311	0	0	19
13	4	26	.315	6	0	26
14	19	20	.320	0	0	30
15	6	11	.322	9	0	27
16	3	14	.324	0	10	29
17	12	16	.327	0	8	28
18	10	23	.332	11	0	24
19	2	5	.336	12	0	23
20	29	32	.340	0	0	25
21	1	31	.347	0	0	23
22	17	33	.362	0	0	25
23	1	2	.378	21	19	30
24	10	36	.393	18	0	26
25	17	29	.396	22	20	31
26	4	10	.400	13	24	33
27	6	27	.400	15	0	35
28	12	13	.404	17	0	31
29	3	15	.412	16	0	32
30	1	19	.425	23	14	33
31	12	17	.427	28	25	32
32	3	12	.493	29	31	34
33	1	4	.503	30	26	34
34	1	3	.552	33	32	35
35	1	6	.614	34	27	0

Para seleccionar el número de conglomerados se analiza el dendograma, así como el coeficiente de aglomeración y el gráfico de carámbanos en vertical.

La figura D.1 presenta el dendograma de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras que pertenece al enlace completo, en él se visualiza la formación de los conglomerados de las posibles estructuras subyacentes.



**Figura D.1 Dendograma de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras**



**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

Una de las posibles estructuras subyacentes se encuentra formada por tres conglomerados:

**Tabla 4.13 Estructura de solución de tres conglomerados**

C1:	P7, P9, P6, P8, P11 y P27
C2:	P14, P30, P3, P15, P29, P32, P17, P33, P16, P28, P12 y P13
C3:	P4, P34, P35, P24, P25, P26, P10, P22, P18, P23, P36, P19, P20, P2, P21, P5, P1 y P31

Cada uno de estos conglomerados está integrado con una distancia menor a 20 (identificados en el dendograma con una línea punteada). En esta estructura, tanto el C2 como el C3 contienen dos conglomerados bien definidos respectivamente, los cuales se



unen con la máxima distancia existente en la estructura de solución; además, la relación entre los problemas de los dos conglomerados que forman el C3 no es muy estrecha. Por lo que es conveniente separar estos conglomerados y formar una estructura de solución de cinco conglomerados.

**Tabla D.2 Estructura de solución de cinco conglomerados**

C1:	P7, P9, P6, P8, P11 y P27
C2:	P29, P32, P17, P33, P16, P28, P12 y P13
C3:	P19, P20, P2, P21, P5, P1 y P31
C4:	P14, P30, P3 y P15
C5:	P4, P34, P35, P24, P25, P26, P10, P22, P18, P23 y P36

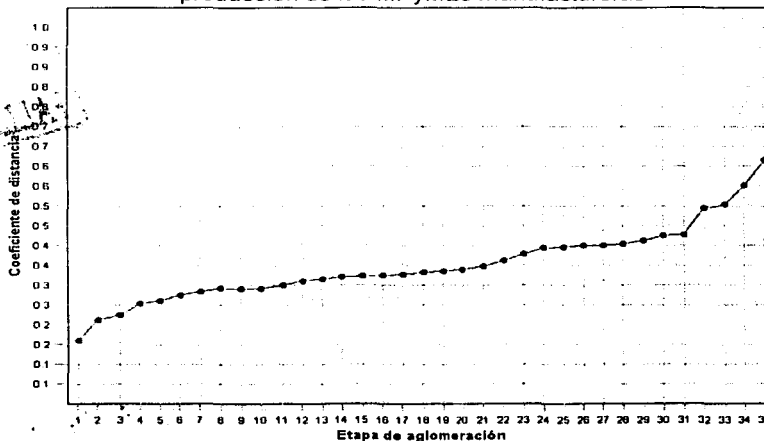
Cada uno de estos conglomerados se encuentra integrado con distancia menor o igual a 15 (identificados en el dendograma con una línea sólida).

Para seleccionar la estructura subyacente óptima es necesario analizar la correspondencia lógica de los problemas asociados en cada conglomerado de las dos posibles estructuras de solución.

Los grupos de la estructura de solución de tres conglomerados presentan una apropiada relación entre los problemas contenidos en cada uno de estos grupos, excepto en el C3, puesto que los problemas que combina este conglomerado muestran una relación empíricamente lejana. Mientras que la estructura de solución de cinco conglomerados presenta en el C1, C2, C3 y C4 una adecuada relación entre los problemas contenidos en cada uno de estos conglomerados y el C5 una relación empíricamente pobre.

Otra manera de seleccionar la estructura adecuada es analizando el coeficiente de aglomeración de cada uno de los conglomerados formados. La figura D.2 presenta la gráfica de distancias contra las etapas de aglomeración; el primer y más notable salto repentino que se observa se encuentra entre la etapa no.31 y la etapa no.32, por lo que conviene examinar los conglomerados formados a partir de la etapa no.31; la tabla D.3 presenta el análisis del coeficiente de aglomeración de nueve a un conglomerado.

**Figura D.2 Gráfica de distancias contra las etapas de aglomeración de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras**



**Tabla D.3 Análisis del coeficiente de aglomeración de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras**

Etapa de aglomeración	Número de conglomerados	Coefficiente de aglomeración	Cambio en el coeficiente de la etapa siguiente	Cambio porcentual en el coeficiente de la etapa siguiente (%)
27	9	0.400	0.004	0.957
28	8	0.404	0.008	2.061
29	7	0.412	0.012	3.024
30	6	0.425	0.003	0.602
31	5	0.427	0.066	15.351
32	4	0.493	0.010	2.078
33	3	0.503	0.049	9.649
34	2	0.552	0.062	11.233
35	1	0.614	-	-

El mayor aumento del porcentaje se produce al ir de cinco a cuatro conglomerados y el siguiente cambio notable en el aumento del porcentaje se produce al combinar dos conglomerados en uno. Por tanto, se debe considerar como solución la estructura de cinco conglomerados.

**Tabla D.4 Estructura de solución de cinco conglomerados**

C1:	P7, P9, P6, P8, P11 y P27
C2:	P29, P32, P17, P33, P16, P28, P12 y P13
C3:	P19, P20, P2, P21, P5, P1 y P31
C4:	P14, P30, P3 y P15
C5:	P4, P34, P35, P24, P25, P26, P10, P22, P18, P23 y P36

Con el gráfico de carámbanos en vertical (figura D.3) o el dendograma (figura D.1) se examina la correspondencia de los problemas contenidos en cada uno de los conglomerados de la estructura subyacente a seleccionar. Los problemas que integran la estructura de solución de cinco conglomerados presentan una relación empíricamente estrecha. Por lo que el número óptimo de grupos que integran la estructura subyacente de la problemática de las MPyMEs manufactureras son cinco conglomerados.

De esta manera, la estructura de solución *B* (tabla D.5) del análisis de conglomerados, utilizando la distancia ji-cuadrada para el cálculo de la matriz de proximidades y el método de enlace completo como criterio de aglomeración.

**Tabla D.5 Estructura de solución de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras (Estructura *B*)**

C1:	P7, P9, P6, P8, P11 y P27
C2:	P29, P32, P17, P33, P16, P28, P12 y P13
C3:	P19, P20, P2, P21, P5, P1 y P31
C4:	P14, P30, P3 y P15
C5:	P4, P34, P35, P24, P25, P26, P10, P22, P18, P23 y P36

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura D.3 Gráfico de carámbanos en vertical de los problemas de las MPyMEs manufactureras

Complete Linkage		Number of clusters	
1	X	27. Eficiencia inapropiada	X
2	X	1. Técnicas inapropiadas	X
3	X	2. Control calidad	X
4	X	3. Distribucion planta	X
5	X	7. PCP	X
6	X	6. Balanceo linea	X
7	X	32. Manero inapropiado	X
8	X	29. Lugares inapropiados	X
9	X	13. Aprovechamiento inadecuado	X
10	X	17. Uso eficiente	X
11	X	13. F. control equipo herramienta	X
12	X	28. Inseguridad proceso	X
13	X	16. Mantenimiento	X
14	X	12. F. equipo	X
15	X	15. Equipo inapropiado	X
16	X	10. Mantenimiento instalaciones	X
17	X	14. Inseguridad equipo herramienta	X
18	X	9. Inseguridad personal	X
19	X	36. Especificaciones	X
20	X	23. F. planeacion	X
21	X	18. Obsoleto	X
22	X	22. F. pronosticos	X
23	X	10. Mano obra extra	X
24	X	26. F. documentacion	X
25	X	25. Servicio cliente	X
26	X	24. Contratacion personal	X
27	X	35. Diseño	X
28	X	34. Materiales inapropiados	X
29	X	4. Rotacion personal	X
30	X	20. Definicion politica	X
31	X	19. Def. asignacion funciones / resp	X
32	X	5. Trabajo equipo	X
33	X	21. F. control admen	X
34	X	2. F. compromisos	X
35	X	31. Control entregas pedidos	X
	X	1. Capacitacion	X

## D.2 Análisis de conglomerados aplicado a la problemática de las MPyMEs utilizando el método de enlace promedio

El método de enlace promedio (*average linkage between-groups*) comienza igual que el enlace completo, buscando la mínima distancia entre los problemas en la matriz de proximidades calculada con la medida ji-cuadrada. En cada una de las siguientes etapas del procedimiento se calculan nuevas distancias entre los conglomerados resultantes en la etapa anterior, para después poder aglomerar aquellos dos conglomerados que presenten la mínima distancia. Las nuevas distancias son definidas como la media de las distancias entre todas las combinaciones posibles, dos a dos de los problemas de uno y otro conglomerado respectivamente.

$$d_{(C1)(C2)} = \frac{1}{n_{C1}n_{C2}} \sum_{P_i \in C1} \sum_{P_j \in C2} d_{P_i P_j} \quad (D.2)$$

donde:

$C1$  y  $C2$  denotan los conglomerados.

$P_i$  y  $P_j$  denotan los problemas.

Es decir, esta técnica no depende de los valores extremos, como se hace en el enlace completo; además tiende a combinar los conglomerados con variaciones reducidas dentro del conglomerado.

A continuación se presenta el historial de aglomeración de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras (tabla D.6), donde el primer coeficiente de aglomeración o coeficiente de distancia corresponde a la distancia más pequeña de la matriz de proximidades (figura C.2 del anexo C).

Tabla D.6 Historial de aglomeración de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	7	9	.160	0	0	6
2	4	34	.213	0	0	3
3	4	35	.222	2	0	4
4	4	24	.250	3	0	5
5	4	25	.257	4	0	7
6	6	7	.260	0	1	8
7	4	22	.279	5	0	13
8	6	8	.279	6	0	10
9	16	28	.291	0	0	18
10	6	11	.291	8	0	27
11	14	30	.292	0	0	14
12	10	18	.293	0	0	13
13	4	10	.302	7	12	17
14	3	14	.310	0	11	29
15	2	21	.311	0	0	19
16	19	20	.320	0	0	28
17	4	23	.322	13	0	20
18	12	16	.326	0	9	25
19	2	5	.329	15	0	22
20	4	26	.335	17	0	26
21	29	32	.340	0	0	25
22	1	2	.347	0	19	23
23	1	31	.359	22	0	28
24	17	33	.362	0	0	32
25	12	29	.364	18	21	30
26	4	36	.365	20	0	29
27	6	13	.373	10	0	31
28	1	19	.383	23	16	34
29	3	4	.385	14	26	34
30	12	15	.390	25	0	32
31	6	27	.393	27	0	33
32	12	17	.400	30	24	33
33	6	12	.429	31	32	35
34	1	3	.447	28	29	35
35	1	6	.479	34	33	0

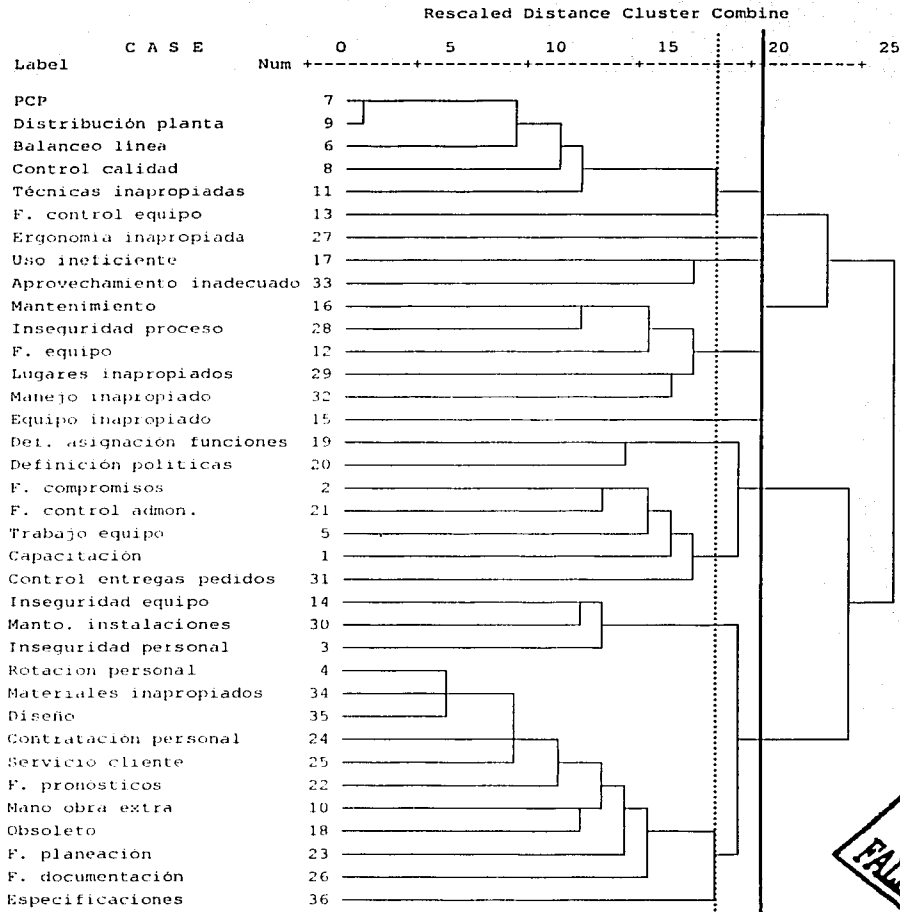
TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Para seleccionar el número de conglomerados se observa el dendograma, así como el coeficiente de aglomeración y el gráfico de carámbanos en vertical.

En la figura 4.12 se presenta el dendograma, el cual indica los conglomerados de la posible estructura subyacente.

**Figura D.4 Dendograma de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras**

Dendograma utilizando el enlace promedio



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Una posible estructura de solución es:

**Tabla D.7 Estructura de solución de cuatro conglomerados**

C1:	P7, P9, P6, P8, P11, P13 y P27
C2:	P17, P33, P16, P28, P12, P29, 32 y P15
C3:	P19, P20, P2, P21, P5, P1 y P31
C4:	P14, P30, P3, P4, P34, P35, P24, P25, P22, P10, P18, P23, P26 y P36

Cada uno de estos conglomerados se encuentra integrado con distancia menor a 21 (identificados en el dendograma con una línea sólida). Para seleccionar esta estructura es necesario analizar la correspondencia lógica de los problemas asociados en cada conglomerado formado.

El C3 y el C4 contienen dos conglomerados bien definidos respectivamente, los cuales se unen a una distancia relativamente grande. En el C3 se fusionan los conglomerados: C3' (P19, P20) y C3'' (P2, P21, P5, P1, P31), los cuales presentan una correspondencia empíricamente apropiada, por lo que es recomendable no separar estos dos grupos; sin embargo, en el C4 se combinan los conglomerados C4' (P14, P30, P3) y C4'' (P4, P34, P35, P24, P25, P22, P10, P18, P23, P26, P36), los cuales tienen una relación empíricamente pobre, por lo que es conveniente separar estos dos conglomerados. En cuanto a los conglomerados C1 y C2, la relación es empíricamente estrecha.

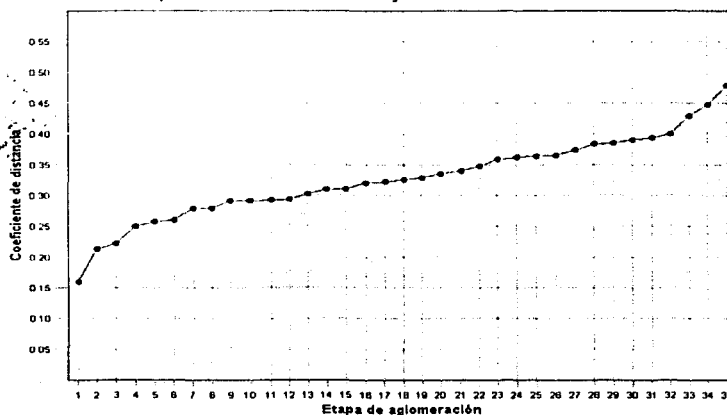
La estructura de solución al separar el C4 de la estructura anterior en dos conglomerados forma nueve conglomerados (identificados en la figura D.4 con una línea punteada). Esta estructura de solución no es la óptima puesto que algunos de los conglomerados están formados por un solo problema y el número de conglomerados es relativamente mayor a las estructuras resultantes con los otros criterios de aglomeración desarrollados. Por lo que la estructura óptima de solución esta formada por cinco conglomerados, para ello se separó el C4 en dos conglomerados.

**Tabla D.8 Estructura de solución de cinco conglomerados**

C1:	P7, P9, P6, P8, P11, P13 y P27
C2:	P17, P33, P16, P28, P12, P29, 32 y P15
C3:	P19, P20, P2, P21, P5, P1 y P31
C4:	P14, P30 y P3
C5:	P4, P34, P35, P24, P25, P22, P10, P18, P23, P26 y P36

Por otra parte, en la gráfica de distancias contra las etapas de aglomeración (figura D.5) se aprecia un salto súbito entre la etapa no.32 y la etapa no. 33, por lo que es conveniente examinar los conglomerados formados a partir de la etapa no.32. La tabla D.9 presenta el análisis del coeficiente de aglomeración de nueve a un conglomerado.

**Figura D.5 Gráfica de distancias contra las etapas de aglomeración de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras**



**Tabla D.9 Análisis del coeficiente de aglomeración de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras**

Etapa de aglomeración	Número de conglomerados	Coefficiente de aglomeración	Cambio en el coeficiente de la etapa siguiente	Cambio porcentual en el coeficiente de la etapa siguiente (%)
27	9	0.373	0.010	2.644
28	8	0.383	0.002	0.512
29	7	0.385	0.006	1.466
30	6	0.390	0.003	0.838
31	5	0.393	0.006	1.645
32	4	0.400	0.029	7.269
33	3	0.429	0.018	4.108
34	2	0.447	0.032	7.225
35	1	0.479	-	-

El mayor aumento del porcentaje se produce al ir de cuatro a tres conglomerados y el siguiente cambio notable en el aumento del porcentaje se produce al combinar dos conglomerados en uno. Por tanto, la posible estructura esta formada por:

**Tabla D.10 Estructura de solución de cuatro conglomerados**

C1:	P7, P9, P6, P8, P11, P13 y P27
C2:	P17, P33, P16, P28, P12, P29, 32 y P15
C3:	P19, P20, P2, P21, P5, P1 y P31
C4:	P14, P30, P3, P4, P34, P35, P24, P25, P22, P10, P18, P23, P26 y P36

El paso que sigue después de definir la posible estructura de solución es examinar la correspondencia lógica entre los problemas que integran cada conglomerado. Para ello se observa el gráfico de carámbanos en vertical (figura D.6) o el dendograma (figura D.4).

Al igual que en el análisis de correspondencia lógica anterior, se determina la conveniencia de separar el C4 en dos y formar una estructura de solución de cinco conglomerados.

**Tabla D.11 Estructura de solución de cinco conglomerados**

C1:	P7, P9, P6, P8, P11, P13 y P27
C2:	P17, P33, P16, P28, P12, P29, 32 y P15
C3:	P19, P20, P2, P21, P5, P1 y P31
C4:	P14, P30 y P3
C5:	P4, P34, P35, P24, P25, P22, P10, P18, P23, P26 y P36

Habiendo analizado la correspondencia entre los problemas de los conglomerados, se concluye que la estructura de solución de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras intervenidas por el TCRP, utilizando la distancia ji-cuadrada para el cálculo de la matriz de proximidades y el método de enlace promedio como criterio de aglomeración, esta formada por:

**Tabla D.12 Estructura de solución de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras (Estructura C)**

C1:	P7, P9, P6, P8, P11, P13 y P27
C2:	P17, P33, P16, P28, P12, P29, 32 y P15
C3:	P19, P20, P2, P21, P5, P1 y P31
C4:	P14, P30 y P3
C5:	P4, P34, P35, P24, P25, P22, P10, P18, P23, P26 y P36



TEMAS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura D.6 Gráfico de carámbanos en vertical de los problemas de las MPyMEs manufactureras

Average Linkage (Between Groups)																																							
Number of Clusters	31 Aprovechamiento maderado	17 Uso ineficace	15 Equipo inapropiado	27 Manejo inapropiado	29 Lugares inapropiados	24 Inseguridad proceso	16 Mantenimiento	12 F. Equi	27 Ergonomia inapropiada	13 F. control equipo herramienta	11 Tecnicas inapropiadas	8 Control calidad	9 Distribucion planta	7 PCP	6 Balanceo linea	36 Especificaciones	26 F. documentacion	23 F. planacion	18 Obsoleo	10 Mano obra extra	22 F. pronosticos	25 Servicio cliente	24 Contralacion personal	35 Dierno	34 Materiales inapropiados	4 Rotacion personal	30 Mantenimiento instalaciones	14 Inseguridad equipo herramienta	3 Inseguridad personal	20 Definicion politicas	19 Def. asignacion funciones y resp	31 Control entregas pedidos	5 Trabajo equipo	21 F. control admon	27 F. compomisos	11 Capacitacion			
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
17	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
24	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
26	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
27	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
28	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
29	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
31	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
32	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
33	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
34	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
35	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

## Anexo E Problemática de las MPyMEs manufactureras según rama industrial y entidad federativa

Tabla E.1 Problemática de las MPyMEs manufactureras según rama industrial

Código	Rama industrial	No. MPyMEs analizadas	Índice de incidencia de los problemas asociados a:				
			Planeación y control	Medios de producción	Dirección y gestión	Seguridad	Otros
3	MPyMEs manufactureras	3108	62.2	36.7	31.5	9.6	6.1
1	3111 Industria de la carne	55	65.1	42.4	25.5	14.5	4.8
2	3112 Elaboración de productos lácteos	43	55.3	35.8	27.6	11.6	5.5
3	3113 Elaboración de conservas alimenticias	41	60.5	35.4	30.3	7.3	4.2
4	3114 Beneficio y molienda de cereales y de otros productos agrícolas	38	61.1	36.1	28.2	8.8	4.3
5	3115 Elaboración de productos de panadería	95	64.8	40.8	31.9	11.9	5.5
6	3116 Molienda de nixtamal y fabricación de tortillas	28	52.9	34.6	28.1	13.1	4.5
7	3117 Fabricación de aceites y grasas comestibles	5	32.0	24.0	22.9	20.0	3.6
8	3118 Industria azucarera	1	20.0	80.0	71.4	33.3	0.0
9	3119 Fabricación de cocoa, chocolates y artículos de confitería	37	57.8	33.5	25.9	7.2	4.4
10	3121 Elaboración de otros productos de consumo humano	118	54.1	32.0	29.4	6.5	5.9
11	3122 Elaboración de alimentos preparados para animales	13	61.5	35.4	24.2	5.1	1.4
12	3130 Industria de las bebidas	68	53.5	34.7	35.3	8.8	4.7
13	3140 Industria del tabaco	5	48.0	26.0	25.7	0.0	7.3
14	3211 Industria textil de fibras duras y cordelería de todo tipo	4	65.0	55.0	42.9	16.7	0.0
15	3212 Hilado, tejido y acabados de fibras blandas. Excluye de punto	12	60.0	55.0	53.6	8.3	12.1
16	3213 Confección con materiales textiles. Fabricación de tapices y alfombras de fibras blandas	45	59.1	28.2	26.7	5.2	2.0
17	3214 Fabricación de tejidos de punto	46	63.5	33.0	29.5	5.1	7.5
18	3220 Confección de prendas de vestir	624	69.0	33.3	31.7	6.7	5.8
19	3230 Industria del cuero, pieles y sus productos	19	74.7	45.8	30.8	14.0	4.8
20	3240 Industria del calzado. Excluye de hule y/o plástico	101	72.7	38.0	35.2	8.6	6.0
21	3311 Fabricación de productos de aserradero y carpintería. Excluye muebles	64	49.4	36.7	32.4	16.7	5.3

TESIS CON  
 FALTA DE ORIGEN

Continúa tabla E.1 Problemática de las MPyMEs manufactureras según rama industrial

Código	Rama industrial	No. MPyMEs analizadas	Índice de incidencia de los problemas asociados a:					
			Planeación y control	Medios de producción	Dirección y gestión	Seguridad	Otros	
22	3312	Fabricación de envases y otros productos de madera y corcho. Excluye muebles	48	55.4	34.4	29.2	11.1	4.9
23	3320	Fabricación y reparación de muebles principalmente de madera. Incluye colchones	351	59.0	36.5	26.8	11.8	5.8
24	3410	Manufactura de celulosa, papel y sus productos	34	60.0	41.2	43.3	7.8	9.9
25	3420	Imprentas, editoriales e industrias conexas	138	62.2	35.8	32.5	9.2	8.0
26	3512	Fabricación de sustancias químicas. Excluye las petroquímicas básicas	11	56.4	42.7	23.4	9.1	6.6
27	3513	Industria de las fibras artificiales y/o sintéticas	2	70.0	60.0	57.1	33.3	18.2
28	3521	Industria farmacéutica	11	63.6	41.8	40.3	9.1	6.6
29	3522	Fabricación de otras sustancias y productos químicos	41	64.9	36.1	23.7	8.9	7.1
30	3530	Refinación de petróleo	4	55.0	37.5	32.1	0.0	9.1
31	3540	Industria de coque. Incluye otros derivados del carbón, mineral y del petróleo	1	60.0	70.0	57.1	0.0	9.1
32	3550	Industria del hule	12	51.7	40.8	29.8	8.3	4.5
33	3560	Elaboración de productos de plástico	118	62.2	42.8	37.4	9.9	7.4
34	3611	Alfarería y cerámica. Excluye materiales de construcción	29	57.2	38.3	22.7	5.7	3.8
35	3612	Fabricación de materiales de arcilla para la construcción	18	50.7	32.0	28.0	12.6	6.6
36	3620	Fabricación de vidrio y productos de vidrio	16	58.8	33.1	31.3	8.3	6.8
37	3691	Fabricación de cemento, cal, yeso y otros productos a base de minerales no metálicos	49	51.4	34.7	30.3	10.9	5.8
38	3710	Industria básica del hierro y el acero	25	65.6	40.4	32.0	10.7	9.5
39	3720	Industrias básicas de metales no ferrosos. Incluye el tratamiento de combustibles nucleares	5	68.0	54.0	34.3	46.7	1.8
40	3811	Fundición y moldeo de piezas metálicas, ferrosas y no ferrosas	5	76.0	54.0	54.3	0.0	5.5
41	3812	Fabricación de estructuras metálicas, tanques y calderas industriales. Incluye trabajos de herrería	58	60.0	38.6	30.5	13.2	8.5
42	3813	Fabricación y reparación de muebles metálicos	87	64.4	41.4	31.9	11.9	6.7
43	3814	Fabricación de otros productos metálicos. Excluye maquinaria y equipo	112	67.9	38.3	30.6	7.7	6.3
44	3821	Fab., rep. y/o ensamble de maquinaria y equipo para fines específicos, con o sin motor eléctrico	39	61.5	46.2	34.8	13.7	6.8

Continúa tabla E.1 Problemática de las MPyMEs manufactureras según rama industrial

Código	Rama industrial	No. MPyMEs analizadas	Índice de incidencia de los problemas asociados a:					
			Planeación y control	Medios de producción	Dirección y gestión	Seguridad	Otros	
45	3822	Fab., rep. y/o ensamble de maquinaria y equipo para usos generales, con o sin motor eléctrico integrado	81	64.7	43.7	37.7	15.2	8.4
46	3823	Fabricación y/o ensamble de máquinas de oficina, cálculo y procesamiento informático	9	57.8	44.4	42.9	14.8	7.1
47	3831	Fabricación y/o ensamble de maquinaria, equipo y accesorios eléctricos	33	68.5	37.9	32.9	9.1	8.5
48	3832	Fabricación y/o ensamble de equipo electrónico de radio, televisión, comunicaciones y de uso médico	4	50.0	17.5	3.6	0.0	0.0
49	3833	Fabricación y/o ensamble de aparatos y accesorios de uso doméstico, eléctricos y no eléctricos	7	48.6	27.1	12.2	14.3	6.5
50	3841	Industria automotriz	52	64.6	45.0	35.2	19.2	5.9
51	3842	Fabricación, reparación y/o ensamble de equipo de transporte y sus partes	11	41.8	33.6	26.0	12.1	5.8
52	3850	Fabricación, reparación y/o ensamble de instrumentos y equipo de precisión	3	80.0	60.0	33.3	0.0	6.1
53	3900	Otras industrias manufactureras	127	62.4	35.5	31.7	8.4	5.6

**Tabla E.2 Problemática de las MPyMEs manufactureras según entidad federativa**

	Estado	No. MPyMEs analizadas	Índice de incidencia de los problemas asociados a:				
			Planeación y control	Medios de producción	Dirección y gestión	Seguridad	Otros
	<i>MPyMEs</i>	<i>3098</i>	<i>62.2</i>	<i>36.7</i>	<i>31.5</i>	<i>9.6</i>	<i>6.1</i>
1	Aguascalientes	213	70.6	47.5	34.0	19.7	4.9
2	Baja California	171	62.3	46.3	41.1	11.3	6.9
3	Baja California Sur	48	58.8	33.5	21.1	6.3	3.6
4	Campeche	33	48.5	33.3	24.2	11.1	7.2
5	Chiapas	44	45.5	40.7	36.7	12.1	6.8
6	Chihuahua	190	56.2	28.3	17.9	4.6	3.9
7	Coahuila	56	65.0	33.6	29.3	10.1	6.2
8	Colima	60	56.7	33.3	27.4	6.1	6.4
9	D.F.	120	57.8	33.2	30.0	8.3	6.7
10	Durango	172	52.6	38.4	37.8	16.3	4.4
11	Guanajuato	109	73.8	45.3	34.7	9.8	7.3
12	Guerrero	46	60.9	44.1	44.7	19.6	9.9
13	Hidalgo	154	57.0	24.9	23.7	3.7	4.4
14	Jalisco	181	66.0	40.7	39.4	6.4	8.3
15	México	139	62.4	33.7	26.4	9.4	5.4
16	Michoacán	113	71.9	30.5	30.8	7.1	9.8
17	Morelos	90	58.2	37.0	31.0	10.7	7.0
18	Nayarit	34	74.1	44.7	39.5	13.7	7.2
19	Nuevo León	70	66.6	43.7	39.6	16.2	6.2
20	Oaxaca	45	56.4	29.8	24.8	12.6	4.4
21	Puebla	83	49.9	24.7	29.4	3.2	3.9
22	Querétaro	58	52.1	29.3	15.5	6.9	3.6
23	Quintana Roo	41	58.5	36.3	31.0	10.6	4.9
24	San Luis Potosí	121	76.2	52.1	56.0	12.9	13.7
25	Sinaloa	87	64.6	38.0	13.5	3.8	5.4
26	Sonora	88	65.9	29.3	22.6	2.3	4.0
27	Tabasco	138	59.1	27.6	33.6	5.6	5.3
28	Tamaulipas	89	62.9	42.7	34.7	13.9	6.5
29	Tlaxcala	35	65.1	36.6	39.2	4.8	6.2
30	Veracruz	163	59.3	35.8	32.6	11.0	6.6
31	Yucatán	80	67.0	29.5	19.5	7.5	3.2
32	Zacatecas	27	83.0	45.9	37.6	6.2	7.1

## Bibliografía

- Anzola, S. *Administración de pequeñas empresas*, México, D. F., McGraw-Hill, 1993.
- Canales, D. "*Identificación de problemas en las PYMES a través del método de intervención COMPITE*", Tesis de licenciatura en Ingeniería Industrial, México, D. F. Facultad de Ingeniería-UNAM, 2002.
- Crivisqui, E. "*Métodos de clasificación*", *Notas de cursos de los métodos exploratorios multivariantes*, Programme de Recherche et d'Enseignement en Stastique Appliqué - Europe Amérique Latine, 1999.
- Dávalos, M., J. Poyo y M. Ortiz. "*Micro y pequeñas empresas: apoyos diferenciados según etapas de desarrollo*", *El Mercado de Valores*, 1998, pp.42-43.
- Erosa, V. "*Pequeña y mediana empresa en México: una visión general en el sector manufacturero*", *InfoPYME*, 1998.
- Everitt, B. S., S. Landau. y M. Leese. *Cluster analysis*, Londres, Arnold, 4ª edición, 2001.
- Fink, D. "*Guidelines for the successful adoption of information technology in small and medium enterprises*", *International Journal of Information Management*, vol.18, no.4, 1998, pp. 243-253.
- Gómez, M. "*El análisis cluster en investigación de marketing: metodología y crítica*", *Esic-Market*, no. 94, 1996, pp.73-80.
- Hair, J. F., R. E. Anderson, R. L. Tatham y W. C. Black. *Análisis multivariante*, Madrid, Prentice Hall, 5ª edición, 1999.
- Kauffman, S. "*El desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresas: un reto para la economía mexicana*", *Revista Ciencia Administrativa-Universidad Veracruzana*, no.1, 2001.
- Ketchen, D. J. y Shook, C. L. "*The application of cluster analysis in strategic management research: an analysis and critique*", *Strategic Management journal*, vol. 17, 1996, pp. 441-458.
- Klein, A. W. y N. Grabinsky. *El análisis factorial: guía para estudios de economía industrial*, México, D. F., Dirección de investigaciones económicas-Banco de México, 1990.
- Krzanowsky, W. J. y F. H. C. Marriot. *Multivariate analysis. Classification, covariance structures and repeated measurements*, Londres, Arnold, 1995.
- Levin, R. I. y D. S. Rubin. *Estadística para administradores*, México, D. F., Prentice Hall, Pearson Educación y Addison Wesley, 6ª edición, 1999.
- Martínez, R. *El análisis multivariante en la investigación científica*, Madrid, La Muralla y Hespérides, 1999.
- México, Comité Nacional de Productividad e Innovación Tecnológica. *Manual para el participante: taller COMPITE*, México, D. F., COMPITE, 2001.
- México, Comité Nacional de Productividad e Innovación Tecnológica. *Talleres COMPITE: reingeniería de procesos*, México, D. F., COMPITE, 2001.

- México, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. *Clasificación Mexicana de Actividades y Productos: censos económicos 1994*, México, D. F., INEGI, 1997.
- México, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. *Estratificación de los establecimientos: micro, pequeña y mediana empresa, censos económicos 1999*, México, D. F., INEGI, 1999.
- México, Leyes, estatutos, etc., *Ley para el desarrollo de la competitividad de la micro, pequeña y mediana empresa*, Diario Oficial, México, D. F., 30 de diciembre de 2002.
- México, Secretaría de Economía. *Programa de desarrollo empresarial 2001-2006. Plan Nacional de Desarrollo*, México, D. F., SE, 2001.
- México, "III Informe de labores de la Comisión de Patrimonio y Fomento Industrial", *Gaceta Parlamentaria*, no. 558, junio de 2000.
- Olmedo, B. y J. L. Solleiro. *Políticas industriales y tecnológicas para las pequeñas y medianas empresas: experiencias internacionales*, México, D.F., Instituto de Investigaciones Económicas-UNAM-Grupo editorial Miguel Angel Porrúa, 2001.
- Rodríguez, J. *Cómo administrar pequeñas y medianas empresas*, México, D. F., ECAFSA, 1996.
- Rueda, I. "Las micro, pequeña y mediana empresas en México: importancia, entorno, asociación y subcontratación", *Asociación y cooperación de las micro, pequeña y medianas empresas: México, Chile, Argentina, Brasil, Italia y España*, Instituto de Investigaciones Económicas-UNAM, 1999, pp.15-36.
- Sipper, D. y R. Bulfin. *Planeación y control de la producción*, México, D. F., McGraw-Hill, 1998.
- Visauta, B. *Análisis estadístico con SPSS para Windows: estadística multivariante*, Madrid, McGraw-Hill, 1998.
- Visauta, B. *Análisis estadístico con SPSS para Windows: estadística básica*, Madrid, McGraw-Hill, 1998.
- Walpole, R. E. y R. Myers. *Probabilidad y estadística*, México, D. F., McGraw-Hill, 4ª edición, 1992.