

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

| | | |
|-----------|---|-----------|
| | Introducción | iii |
| 1. | Micro, Pequeñas y Medianas Empresas: un panorama general | 1 |
| 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 |
| 2. | Problemas de los sistemas de producción de las MPyMEs a partir de la información COMPITE | 19 |
| 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 |
| 3. | Generalidades del Análisis de Conglomerados | 43 |
| 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 |
| 4. | Metodología para obtener conglomerados de la problemática de las MPyMEs manufactureras | 61 |
| 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 |
| 5. | Conglomerados de la problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras | 81 |
| 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 |
| 6. | Conclusiones | 89 |
| 6.1 | Posibles fuentes de incertidumbre | 91 |
| 6.2 | Posibles líneas de investigación | 92 |
| | Anexos | 93 |
| 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 |
| | Bibliografía | 123 |

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.¹

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.

¹ 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."²

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

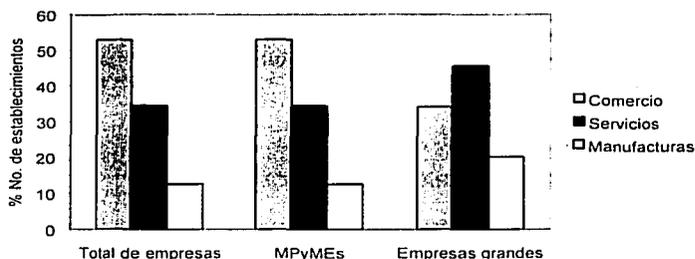
| TAMAÑO | TOTAL | | | | | COMERCIO | | SERVICIOS | | MANUFACTURAS | |
|---------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| | 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 |
| MPyMEs | 2,719,500 | 99.75 | 52.87 | 34.31 | 12.57 | 1,441,358 | 99.84 | 935,489 | 99.67 | 342,653 | 99.57 |
| Grande | 6,866 | 0.25 | 0.09 | 0.11 | 0.05 | 2,318 | 0.16 | 3,083 | 0.33 | 1,465 | 0.43 |
| TOTAL | 2,726,366 | 100.00 | 52.95 | 34.43 | 12.62 | 1,443,676 | 100.00 | 938,572 | 100.00 | 344,118 | 100.00 |

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).

² 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).

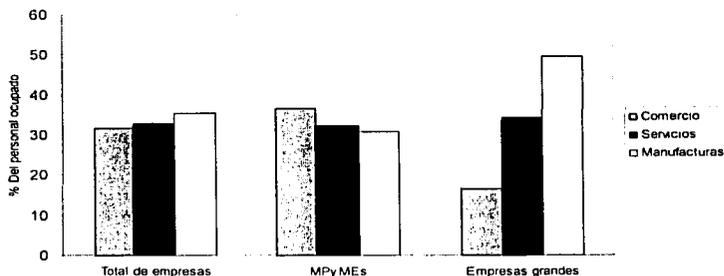
Tabla. 1.3 Personal ocupado en la industria por tamaño y sector

| 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 |
| TOTAL | 11,937,791 | 100.00 | 31.70 | 32.84 | 35.45 | 3,784,869 | 100.00 | 3,920,600 | 100.00 | 4,232,322 | 100.00 |

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."³

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).

³ 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 | % |
|---------------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------------|---------------|
| MANUFACTURAS | 344118 | 100.00 | 4232322 | 100.00 | 280273 | 100.00 |
| MPyMEs | 342653 | 99.57 | 2758032 | 65.17 | 137167 | 48.94 |
| Micro | 327280 | 95.11 | 1079220 | 25.50 | 28334 | 10.11 |
| 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 |
| Pequeña | 9567 | 2.78 | 500379 | 11.82 | 26145 | 9.33 |
| 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 |
| Mediana | 5806 | 1.69 | 1178433 | 27.84 | 82688 | 29.50 |
| 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 |
| Grande | 1465 | 0.43 | 1474290 | 34.83 | 143106 | 51.06 |
| 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.⁴

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



Valor Agregado Censal Bruto (VACB):

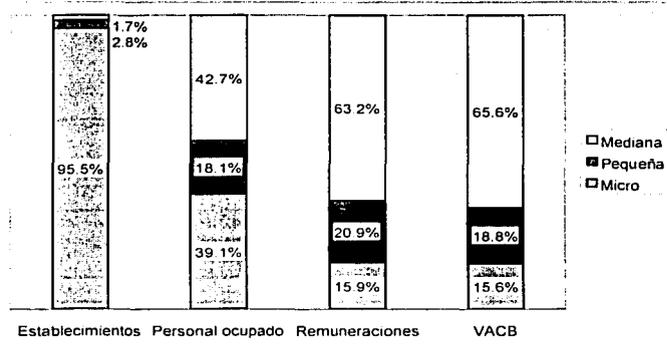
el valor que resulta de restar a la producción bruta total, el importe de los insumos totales. Se le llama bruto, porque a este valor agregado no se le han deducido las asignaciones efectuadas por la depreciación de los activos fijos.⁵

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 establecimiento⁶ y remuneraciones por trabajador.⁷

▪ 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

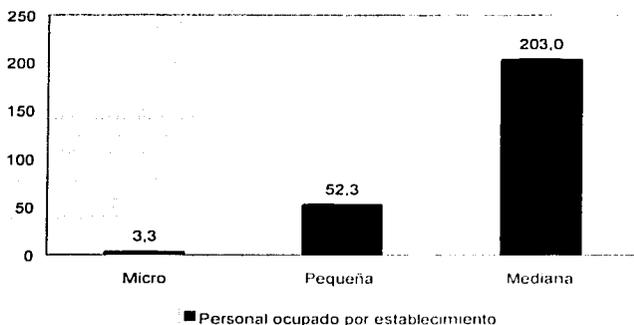
⁵ Ibid., p. 141.

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

⁷ 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

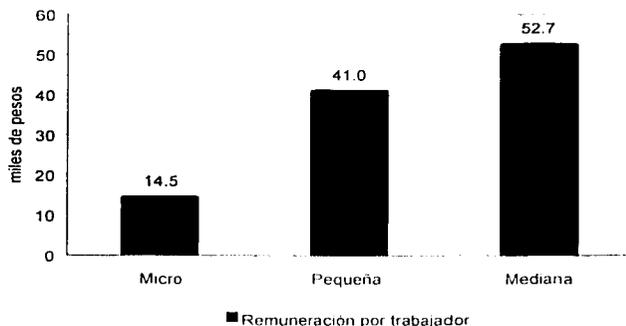


Fuente: INEGI, Censos Económicos, 1999

▪ 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

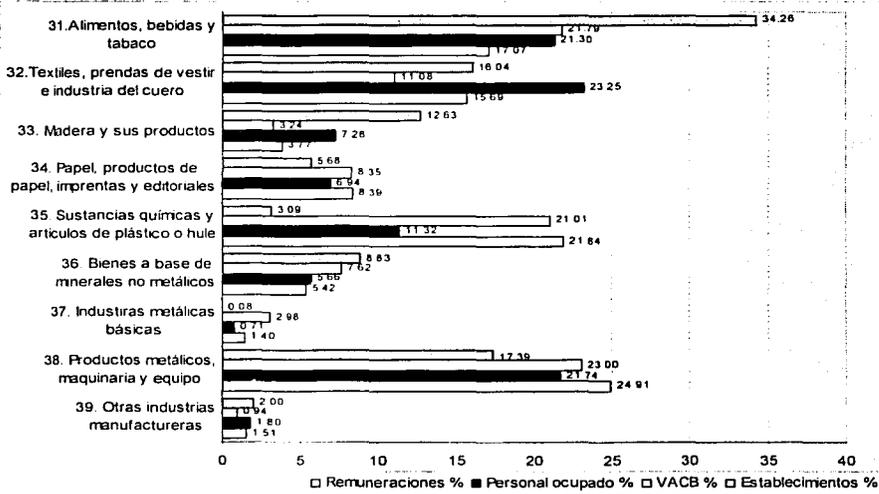
En términos del VACB, remuneraciones y generación de empleos, las empresas medianas son las que más aportan al total de las MPyMEs manufactureras a pesar de su pobre participación en el número de establecimientos; por el contrario, en unidades productivas las micro empresas presentan la mayor participación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

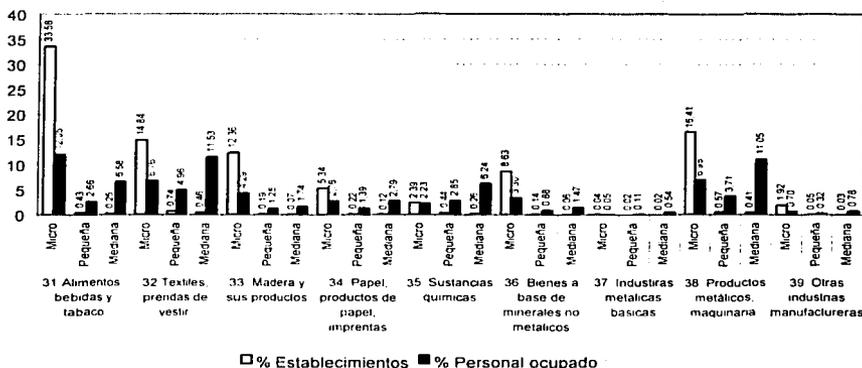
TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

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 | % |
| Total Micro | 327280 | 100.00 | 1079220 | 100.00 | 44659609 | 100.00 |
| 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 |
| Total pequeña | 9567 | 100.00 | 500379 | 100.00 | 53667717 | 100.00 |
| 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 |
| Total Mediana | 5806 | 100.00 | 1178433 | 100.00 | 187436847 | 100 |
| 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:

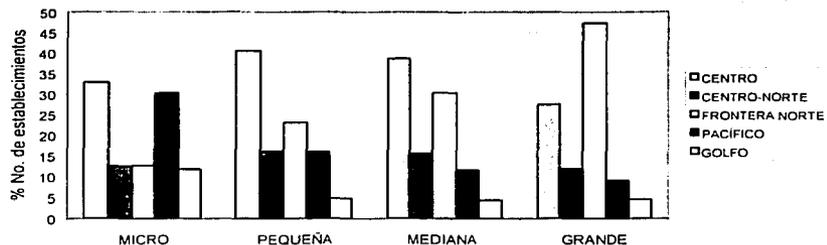
- Región Centro: Distrito Federal, México, Puebla, Hidalgo, Morelos y Tlaxcala.
- Región Centro-Norte: Guanajuato, Querétaro de Arteaga, San Luis Potosí, Durango, Aguascalientes y Zacatecas.
- Región Frontera Norte: Nuevo León, Chihuahua, Baja California, Coahuila de Zaragoza, Tamaulipas y Sonora.
- 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).

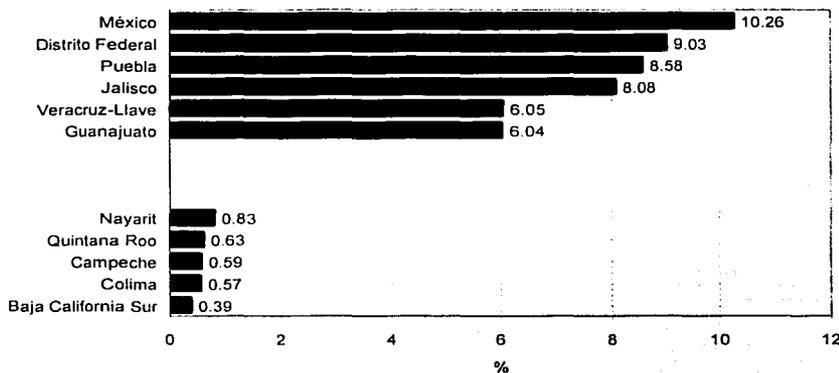
Figura 1.8 Concentración de empresas del sector manufacturero por región



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"⁸. 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".⁹

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"¹⁰, 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.¹¹

⁸ El Financiero, 18/09/96 p 26

⁹ 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.

¹⁰ 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.

¹¹ 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.¹²

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"¹³; 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

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

¹³ 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 coordinadora¹⁴, "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".¹⁵

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

¹⁴ 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).

¹⁵ <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:

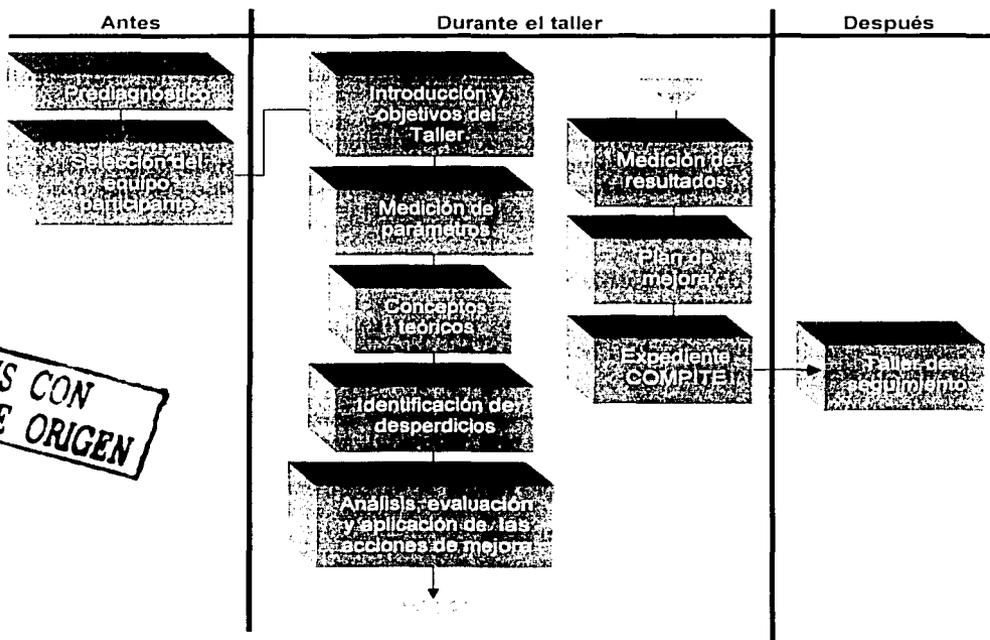
- Aumentar la eficiencia de los procesos productivos.
- Detectar y eliminar desperdicios en los procesos productivos.
- Aprovechar al máximo todos los recursos de la empresa.
- Motivar al personal de la empresa para conducirla a lograr cambios de mejora en los procesos productivos.
- Integrar equipos 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 Mejora Continua (figura 2.1).

Figura 2.1 Metodología del TCRP



▪ 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"¹⁶; se plantean los objetivos que persigue el taller; y se dan a conocer las reglas bajo las cuales opera el taller.

¹⁶ 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

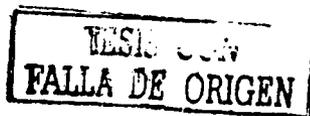
La tercera sección es un concentrado que contiene la evaluación de cada uno de los participantes sobre el TCRP y sobre el consultor. Se califican tres aspectos: el desarrollo del taller, el consultor y el material de apoyo. Es la retroalimentación para mejorar el TCRP.

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 |
| Total | 3,545 | 100 | 344,118 | 1.03 |

*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 |
| Total | 3,302 | 100 | 342,653 | 0.96 |

*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 |
| Total | 3,433 | 100.00 |

*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 |
| MPyMEs | 2,625 | 77.7 | 59.5 | 58.7 | 27.8 |

*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 |
| MPyMEs | 2,625 | 77.7 | 59.5 | 58.7 | 27.8 |

*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 desperdicios¹⁷

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*,

¹⁷ 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

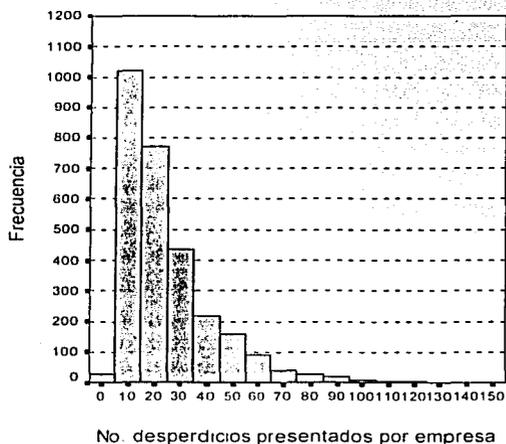
Los desperdicios en los sistemas de producción de las MPyMEs, detectados por el TCRP, son integrados en categorías de problemas en la base de datos, permitiendo el análisis de éstos con distintos descriptores, tales como: tamaño de empresa, actividad industrial, región de ubicación de la empresa, etc.

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 MPyME¹⁸



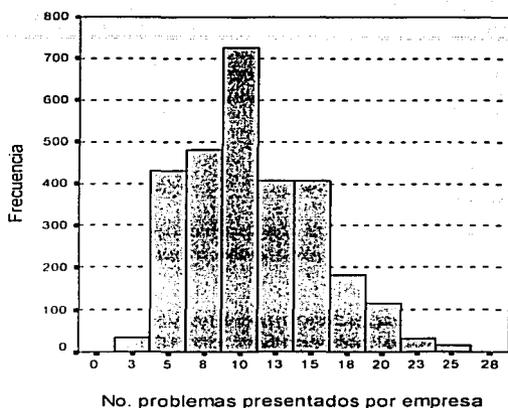
Statistics

| 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).

¹⁸ 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 MPyME¹⁹



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.

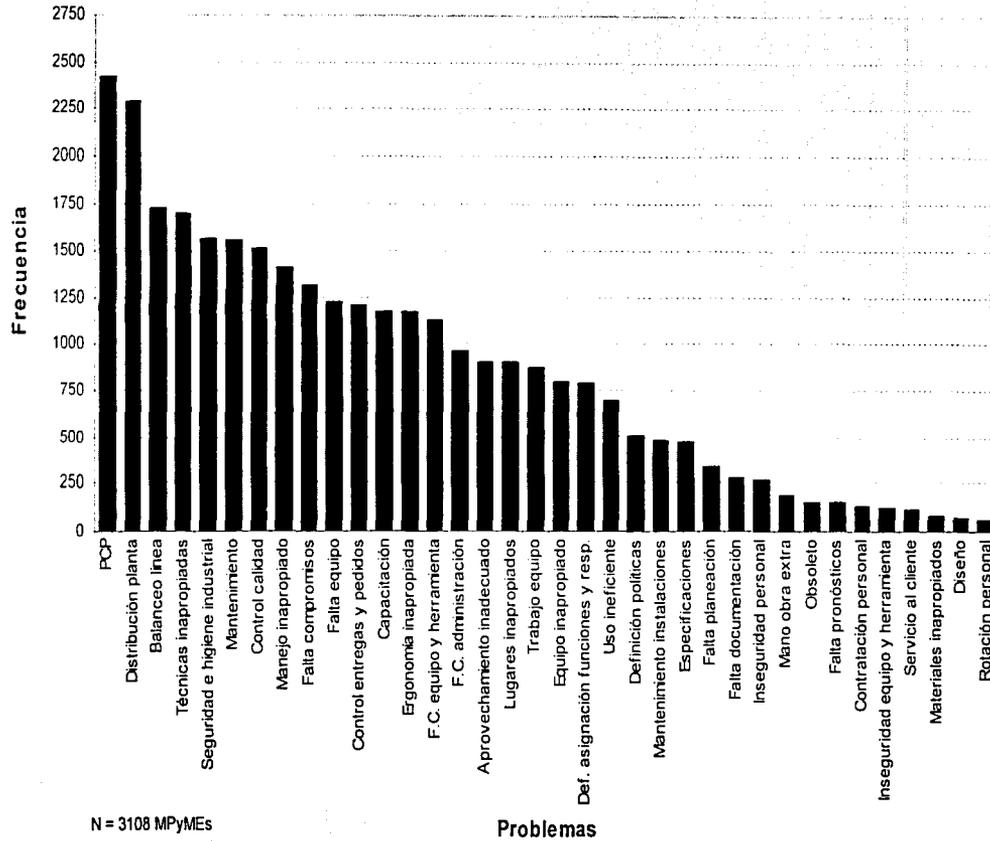
En la figura 2.5, se analizan los problemas de todas las MPyMEs manufactureras intervenidas por el TCRP. Reconociendo que falta de planeación y control de la producción (PCP) y la mala distribución de planta se presentan en más del 70% de las MPyMEs; además, existen 21 problemas que presentan una incidencia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

¹⁹ 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 MPyMEs²⁰

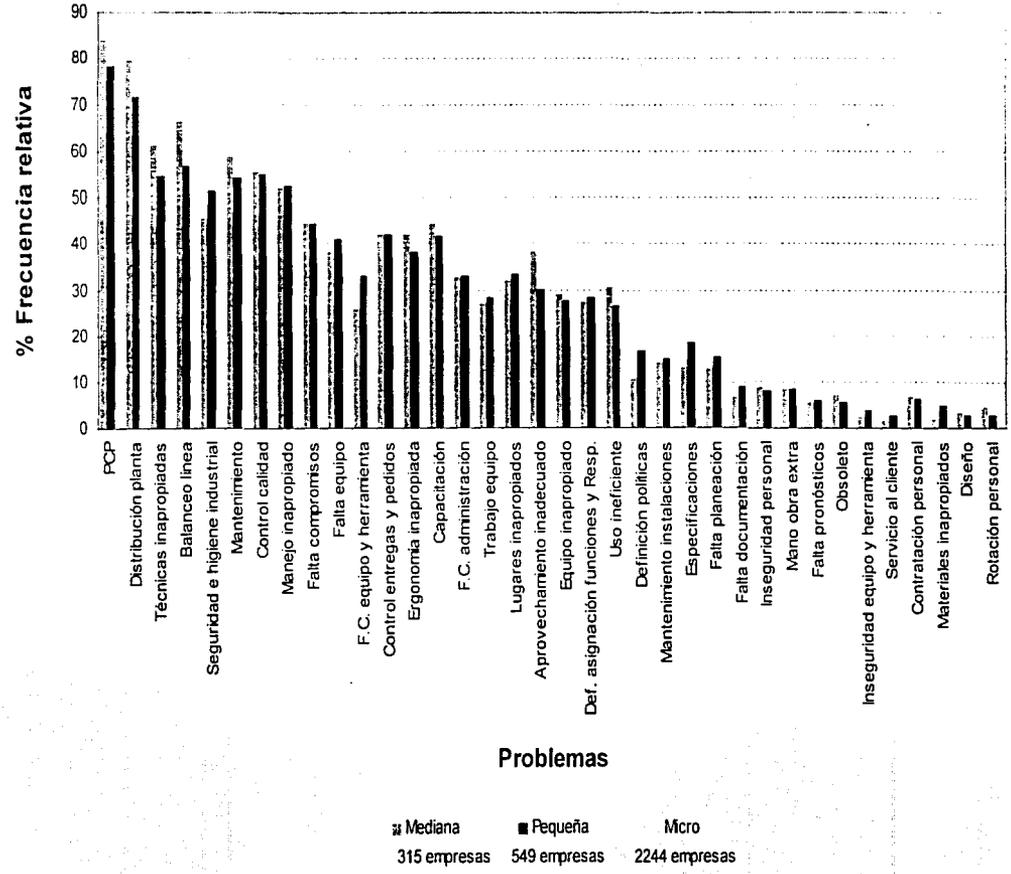


TESIS CON
FALTA DE ORCEN

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

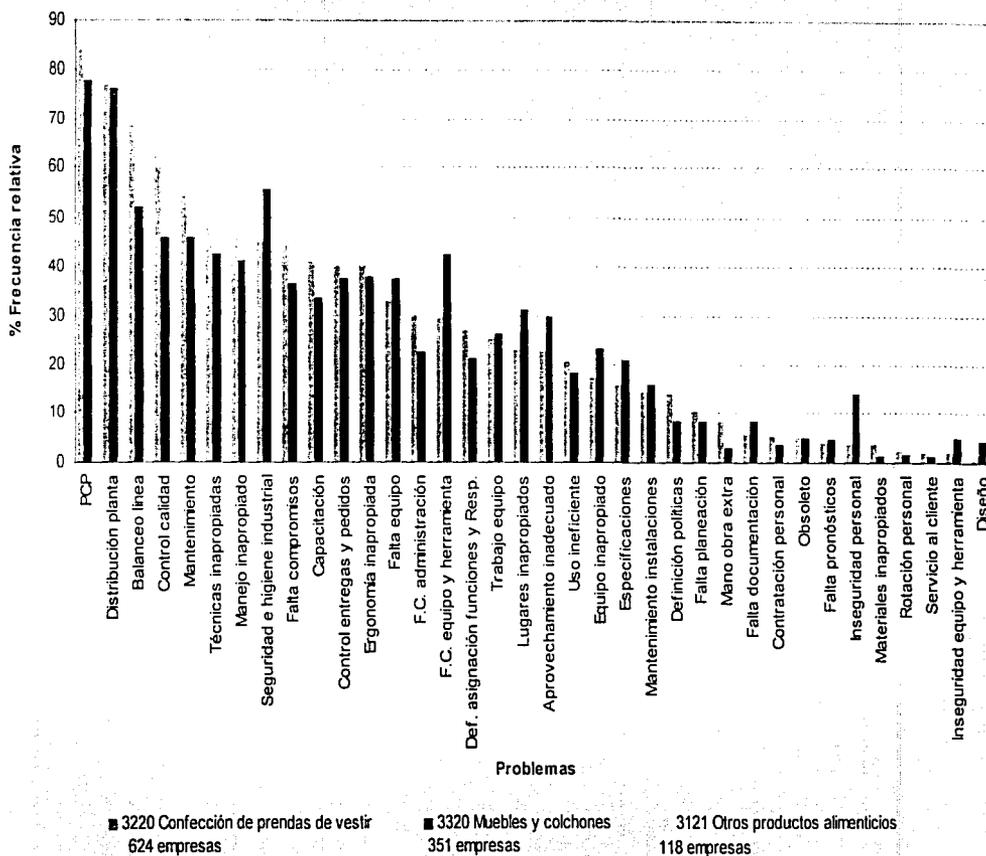
RECIBIDO EN LA
SECRETARIA DE ECONOMIA
MEXICO
1997

Figura 2.6 Problemas en los sistemas de producción por tamaño de empresa²¹



²¹ 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 industrial²²

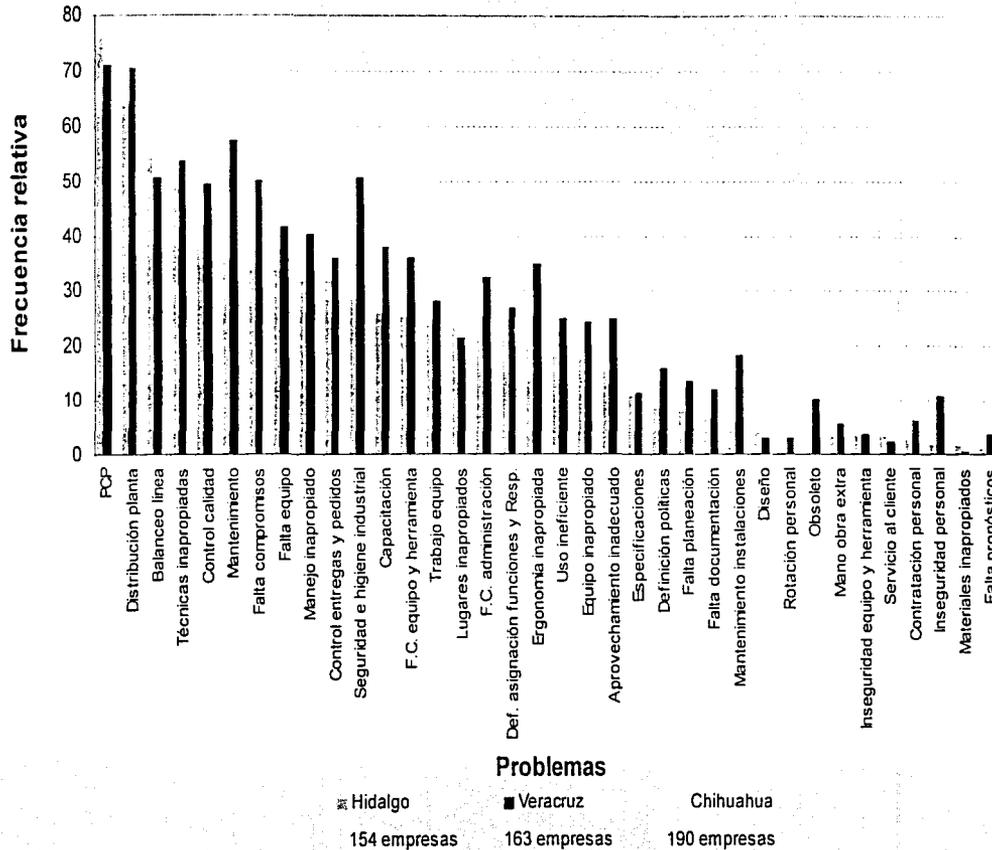


**TESIS CON
 FALTA DE ORIGEN**

²² 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 federativa²³



²³ 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.

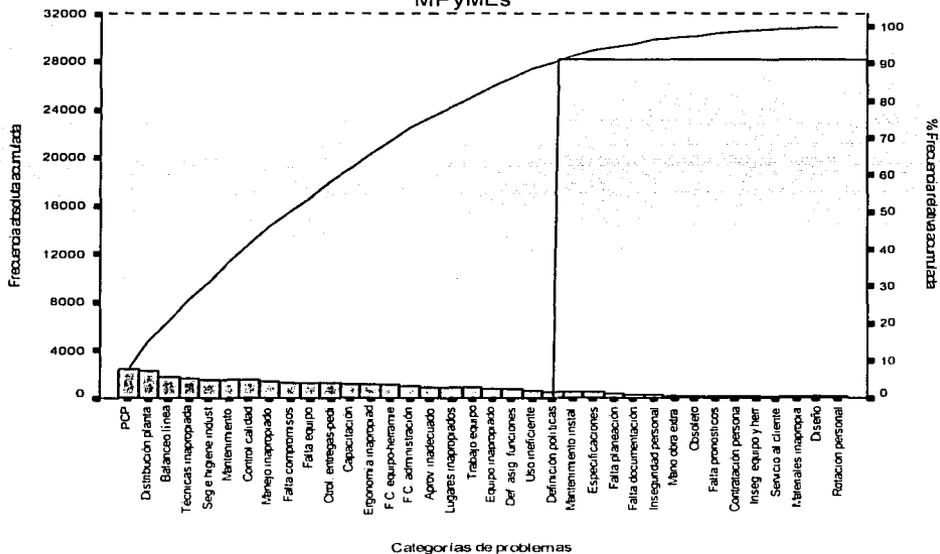
2.4.3 Análisis de Pareto de los problemas de las MPyMEs

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 MPyMEs²⁴



²⁴ 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 manufactureras²⁵

| 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 |
|--------------------------|-------|

²⁵ 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."²⁶

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.

²⁶ 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

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

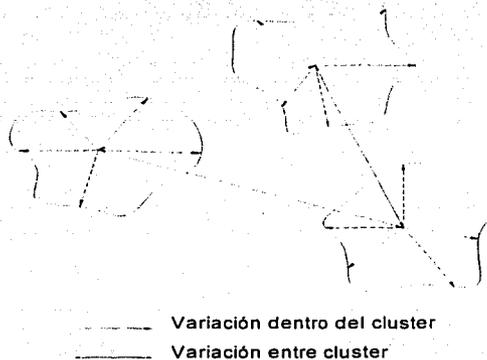
Las distancias para datos binarios, al igual que en las medidas de similitud, dependen del grado de importancia que se le da a la frecuencia de la tabla de contingencia entre dos objetos o variables (tabla 3.3). Es decir, las medidas de distancia pueden dar un tratamiento igualitario a los cuatro valores 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**

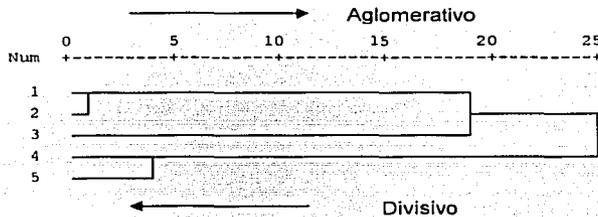
Con estos métodos se van integrando conglomerados de objetos o variables cada vez más grandes hasta que todos ellos forman parte de un grupo, de modo que cuando comienza el análisis tendremos tanto conglomerados como objetos o variables y al finalizar un conglomerado único.

- **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:

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

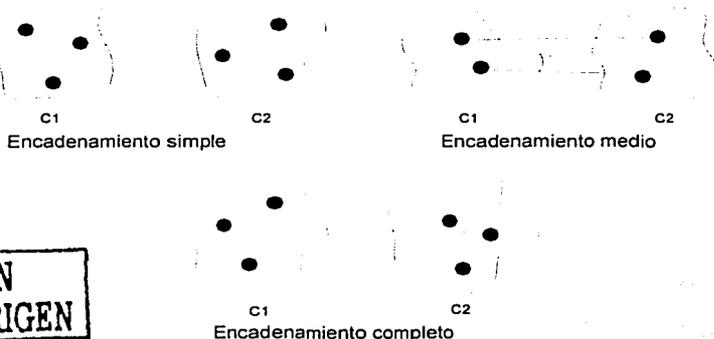
donde:

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.

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

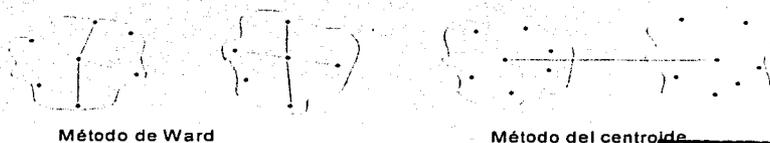
Sean C_1 y C_2 dos conglomerados, entonces la distancia entre los centroides de estos conglomerados esta definida por la siguiente expresión:

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

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

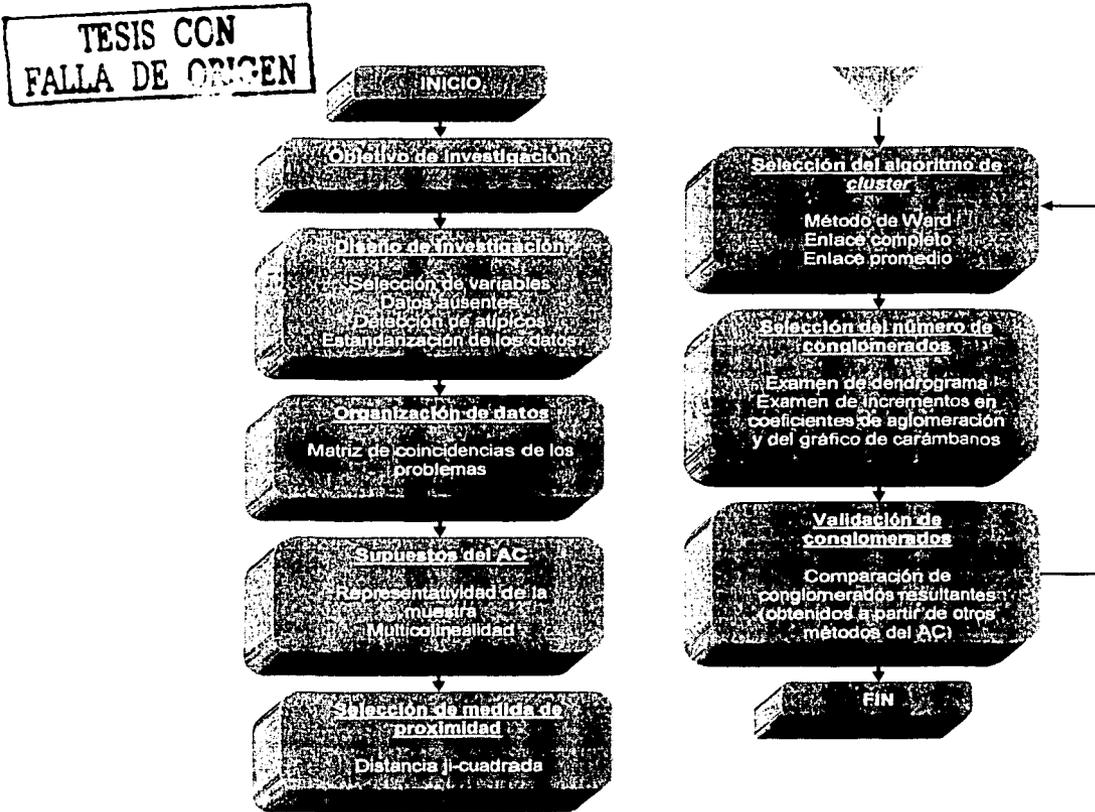
4. Metodología para obtener conglomerados de la problemática de las MPyMEs manufactureras

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 empresas²⁷.

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

²⁷ 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

| Estrato | MPyMEs en estudio (M.E.)** | Empresas nacionales* | Porcentaje M. E. a nivel nacional (%) |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--|
| 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 sustentó 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 (χ^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.

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

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.

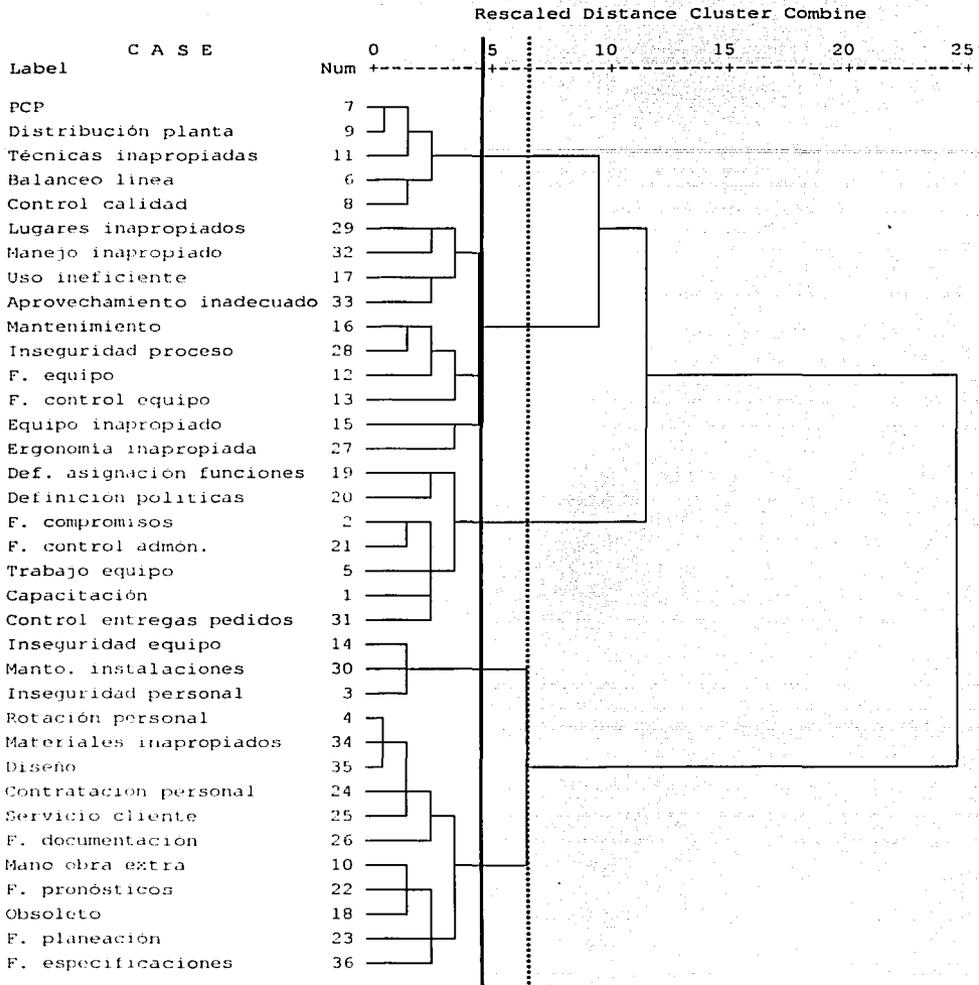
El dendograma (*dendrogram*) explica gráficamente cómo se van formando los conglomerados; se debe leer de izquierda a derecha y las líneas verticales representan la unión de dos conglomerados. En la parte superior del gráfico aparece una escala de 0 a 25 que sirve de referencia a la distancia utilizada 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.

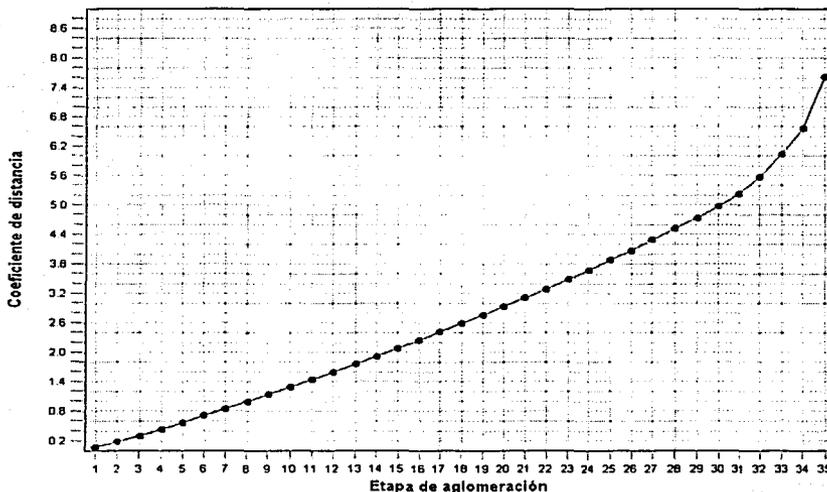
De este modo, al realizar el examen de correspondencia lógica, se aprecia que los grupos de la estructura de solución de cuatro conglomerados presentan una apropiada relación entre los problemas contenidos en cada uno de estos grupos, excepto en el C4, puesto que los problemas que combina este conglomerado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

| Conglomerado 5 |
|---|
| 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

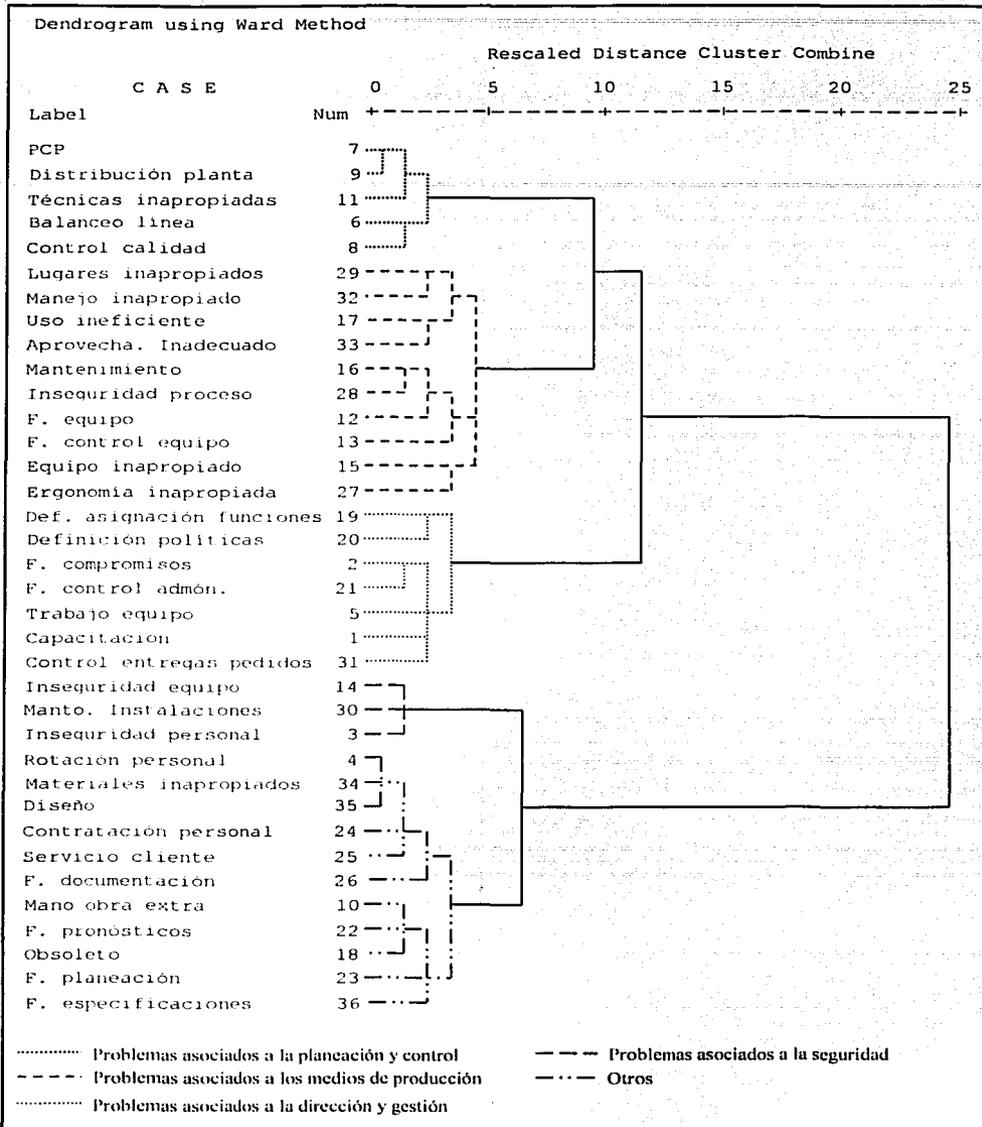


Figura 5.2 Distribución de frecuencias de la problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras

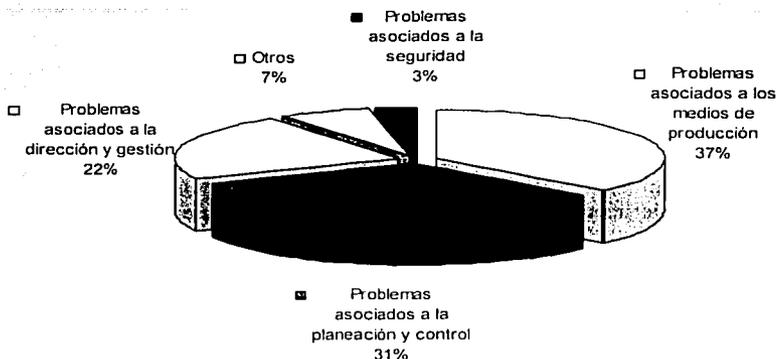


Tabla 5.2 Distribución de frecuencias de la problemática de los sistemas de producción de las MPyMEs manufactureras

| Conglomerados - Problemas | Frecuencia absoluta | % Frecuencia relativa |
|--|---------------------|-----------------------|
| Problemas | 30919 | 100 |
| Problemas asociados a la planeación y control | 9662 | 31.249 |
| 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 |
| Problemas asociados a los medios de producción | 11406 | 36.890 |
| 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 |
| Problemas asociados a la dirección y gestión | 6862 | 22.193 |
| 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 |
| Problemas asociados a la seguridad | 895 | 2.933 |
| 1 Mantenimiento instalaciones | 490 | 1.585 |
| 2 Inseguridad personal | 275 | 0.889 |
| 3 Falta de seguridad en el equipo y herramienta | 130 | 0.459 |
| Otros | 2094 | 6.773 |
| 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 ($I.I._{Chihuahua}=4.56$).

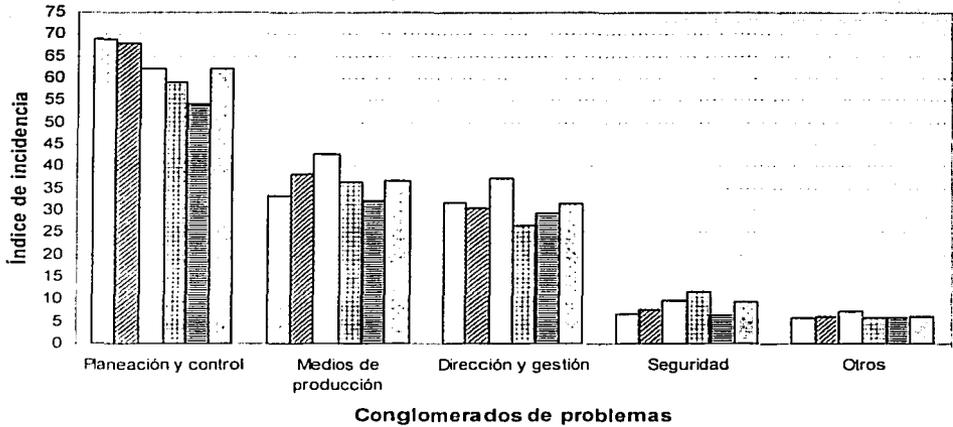
- Conglomerado denominado otros, presenta un nivel de incidencia a nivel general de $I.I._{MPyMEs}=6.13$.

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.

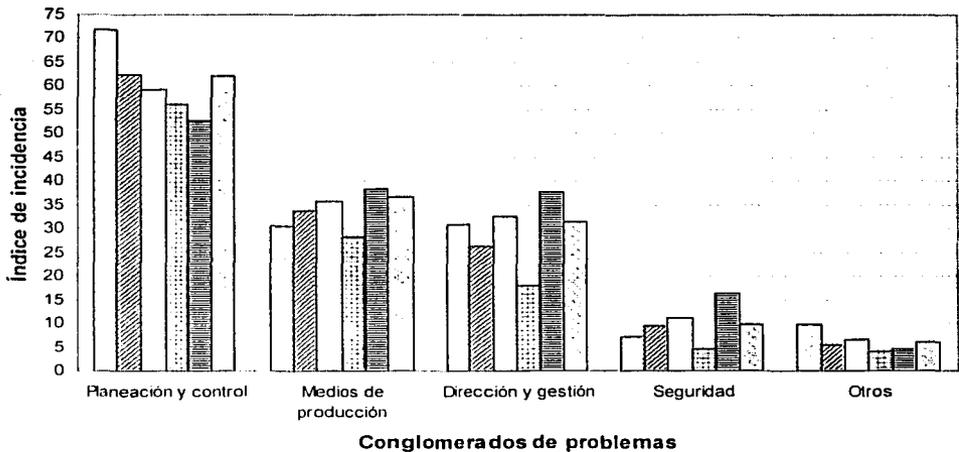
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

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:

| TAMAÑO | SECTOR | | |
|------------------------|--|-----------------|------------------|
| | CLASIFICACION POR NUMERO DE EMPLEADOS | | |
| | INDUSTRIA | COMERCIO | SERVICIOS |
| MICROEMPRESA | 0-30 | 0-5 | 0-20 |
| PEQUEÑA EMPRESA | 31-100 | 6-20 | 21-50 |
| MEDIANA EMPRESA | 101-500 | 21-100 | 51-100 |
| GRAN EMPRESA | 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:

| Estratificación por Número de Trabajadores | | | |
|---|------------------|-----------------|------------------|
| Sector/Tamaño | Industria | Comercio | Servicios |
| 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

| 31 Productos alimenticios, bebidas y tabaco | |
|---|---|
| Código | Rama Industrial |
| 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 |
| 32 Textiles, prendas de vestir e industria del cuero | |
| Código | Rama Industrial |
| 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 |
| 33 Industria de la madera y productos de madera. Incluye muebles | |
| Código | Rama Industrial |
| 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 |
| 34 Papel y productos de papel, imprentas y editoriales | |
| Código | Rama Industrial |
| 3410 | Manufactura de celulosa, papel y sus productos |
| 3420 | Imprentas, editoriales e industrias conexas |
| 35 Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico | |
| Código | Rama Industrial |
| 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 |

| 36 Productos minerales no metálicos. Excluye los derivados del petróleo y del carbón | |
|---|---|
| Código | Rama Industrial |
| 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 |
| 37 Industrias metálicas básicas | |
| Código | Rama Industrial |
| 3710 | Industria básica del hierro y el acero |
| 3720 | Industrias básicas de metales no ferrosos. Incluye el tratamiento de combustibles nucleares |
| 38 Productos metálicos, maquinaria y equipo. Incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión | |
| Código | Rama Industrial |
| 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 |
| 39 Otras industrias manufactureras | |
| Código | Rama Industrial |
| 3900 | Otras industrias manufactureras |

Clase de actividad económica

| 31 Productos alimenticios, bebidas y tabaco | |
|--|--|
| Código Rama | Actividad Económica |
| 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 |
| 32 Textiles, prendas de vestir e industria del cuero | | |
| Código Rama | Actividad Económica | |
| 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 |
| 33 Industria de la madera y productos de madera. Incluye muebles | | |
| Código Rama | Actividad Económica | |
| 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 |
| 34 Papel y productos de papel, imprentas y editoriales | | |
| Código Rama | Actividad Económica | |
| 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 |
| 35 Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico | | |
| Código Rama | Actividad Económica | |
| 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 |
| 38 Productos metálicos, maquinaria y equipo. Incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión | | |
| Código Rama | Actividad Económica | |
| 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 fotocopadoras |
| 3850 | 385008 | Fabricación y ensamble de relojes y sus partes |
| 39 Otras industrias manufactureras | | |
| Código Rama | Actividad Económica | |
| 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 C

Matriz de coincidencias positivas y matriz de proximidades de los problemas

Tabla C.1 Matriz de coincidencias positivas de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras

| | Russell y Rao | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----------------|-----------------|------------------------|---------------------|------------------|------------------|-------|-------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|-------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------|------------------|--------------------|-------------|------------------------------------|-------------------------|--------------------|------------------|-----------------|--------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------|---------------------|------|
| | 1 Capacitación | 2 F compromisos | 3 Inseguridad personal | 4 Rotación personal | 5 Trabajo equipo | 6 Balanceo línea | 7 PCP | 8 Control calidad | 9 Distribución planta | 10 Mano obra extra | 11 Técnicas inapropadas | 12 F equipo | 13 F control equipo herramienta | 14 Inseguridad equipo herramienta | 15 Equipo inapropado | 16 Mantenimiento | 17 Uso ineficiente | 18 Obsoleto | 19 Def asignación funciones y resp | 20 Definición políticas | 21 F control admin | 22 F pronósticos | 23 F planeación | 24 Contratación personal | 25 Servicio cliente | 26 F documentación | 27 Ergonomía inapropada | 28 Inseguridad proceso | 29 Logares inapropados | 30 Mantenimiento instalaciones | 31 Control entregas pedidos | 32 Manejo inapropado | 33 Aprovechamiento inadecuado | 34 Materiales inapropados | 35 Diseño | 36 Especificaciones | |
| 1 Capacitación | 0.38 | 0.23 | 0.05 | 0.02 | 0.17 | 0.24 | 0.33 | 0.23 | 0.31 | 0.04 | 0.25 | 0.19 | 0.17 | 0.02 | 0.13 | 0.25 | 0.10 | 0.03 | 0.14 | 0.10 | 0.17 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 0.05 | 0.16 | 0.24 | 0.14 | 0.09 | 0.20 | 0.20 | 0.14 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.08 |
| 2 F compromisos | 0.23 | 0.42 | 0.06 | 0.02 | 0.19 | 0.25 | 0.37 | 0.25 | 0.33 | 0.04 | 0.26 | 0.22 | 0.19 | 0.02 | 0.13 | 0.28 | 0.13 | 0.03 | 0.16 | 0.11 | 0.21 | 0.03 | 0.07 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.17 | 0.27 | 0.15 | 0.09 | 0.23 | 0.24 | 0.18 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.09 |
| 3 Inseguridad personal | 0.05 | 0.06 | 0.09 | 0.00 | 0.04 | 0.05 | 0.08 | 0.05 | 0.07 | 0.01 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.01 | 0.04 | 0.07 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.05 | 0.07 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| 4 Rotación personal | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 Trabajo equipo | 0.17 | 0.19 | 0.04 | 0.01 | 0.29 | 0.17 | 0.25 | 0.16 | 0.23 | 0.03 | 0.17 | 0.15 | 0.14 | 0.01 | 0.08 | 0.19 | 0.08 | 0.02 | 0.12 | 0.05 | 0.15 | 0.02 | 0.06 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.11 | 0.20 | 0.10 | 0.06 | 0.16 | 0.15 | 0.11 | 0.01 | 0.01 | 0.06 |
| 6 Balanceo línea | 0.24 | 0.25 | 0.05 | 0.02 | 0.17 | 0.56 | 0.50 | 0.34 | 0.48 | 0.05 | 0.35 | 0.27 | 0.24 | 0.02 | 0.19 | 0.30 | 0.14 | 0.04 | 0.16 | 0.10 | 0.18 | 0.04 | 0.07 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.25 | 0.30 | 0.17 | 0.08 | 0.24 | 0.27 | 0.16 | 0.01 | 0.01 | 0.11 | |
| 7 PCP | 0.33 | 0.37 | 0.08 | 0.02 | 0.25 | 0.50 | 0.78 | 0.45 | 0.54 | 0.06 | 0.47 | 0.34 | 0.32 | 0.03 | 0.22 | 0.44 | 0.25 | 0.05 | 0.27 | 0.14 | 0.27 | 0.05 | 0.10 | 0.04 | 0.03 | 0.07 | 0.33 | 0.44 | 0.25 | 0.13 | 0.35 | 0.39 | 0.26 | 0.02 | 0.02 | 0.14 | |
| 8 Control calidad | 0.23 | 0.25 | 0.06 | 0.01 | 0.16 | 0.34 | 0.45 | 0.49 | 0.41 | 0.04 | 0.32 | 0.21 | 0.22 | 0.02 | 0.13 | 0.29 | 0.13 | 0.03 | 0.16 | 0.10 | 0.18 | 0.03 | 0.07 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.23 | 0.27 | 0.16 | 0.08 | 0.24 | 0.26 | 0.17 | 0.02 | 0.02 | 0.14 | |
| 9 Distribución planta | 0.31 | 0.33 | 0.07 | 0.02 | 0.23 | 0.48 | 0.64 | 0.41 | 0.74 | 0.06 | 0.45 | 0.31 | 0.31 | 0.03 | 0.22 | 0.41 | 0.15 | 0.05 | 0.20 | 0.13 | 0.24 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.07 | 0.33 | 0.42 | 0.25 | 0.13 | 0.31 | 0.37 | 0.23 | 0.02 | 0.02 | 0.13 | |
| 10 Mano obra extra | 0.04 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.05 | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.02 | 0.04 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | |
| 11 Técnicas inapropadas | 0.25 | 0.26 | 0.06 | 0.01 | 0.17 | 0.35 | 0.47 | 0.32 | 0.45 | 0.05 | 0.55 | 0.24 | 0.24 | 0.03 | 0.17 | 0.32 | 0.14 | 0.04 | 0.16 | 0.11 | 0.19 | 0.04 | 0.07 | 0.03 | 0.02 | 0.06 | 0.24 | 0.31 | 0.19 | 0.09 | 0.25 | 0.29 | 0.19 | 0.02 | 0.02 | 0.11 | |
| 12 F equipo | 0.19 | 0.22 | 0.06 | 0.02 | 0.15 | 0.22 | 0.34 | 0.21 | 0.31 | 0.02 | 0.24 | 0.40 | 0.18 | 0.03 | 0.16 | 0.25 | 0.12 | 0.02 | 0.13 | 0.08 | 0.16 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 0.06 | 0.18 | 0.27 | 0.15 | 0.10 | 0.22 | 0.15 | 0.02 | 0.01 | 0.08 | | |
| 13 F control equipo herramienta | 0.17 | 0.19 | 0.05 | 0.01 | 0.14 | 0.24 | 0.32 | 0.22 | 0.31 | 0.04 | 0.24 | 0.18 | 0.36 | 0.02 | 0.12 | 0.23 | 0.11 | 0.03 | 0.12 | 0.05 | 0.14 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.16 | 0.23 | 0.14 | 0.08 | 0.18 | 0.21 | 0.13 | 0.01 | 0.01 | 0.08 | |
| 14 Inseguridad equipo herramienta | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | |
| 15 Equipo inapropado | 0.13 | 0.13 | 0.04 | 0.01 | 0.08 | 0.15 | 0.22 | 0.13 | 0.22 | 0.02 | 0.17 | 0.16 | 0.12 | 0.03 | 0.26 | 0.18 | 0.08 | 0.02 | 0.07 | 0.05 | 0.10 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.13 | 0.17 | 0.12 | 0.07 | 0.12 | 0.15 | 0.09 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | |
| 16 Mantenimiento | 0.26 | 0.28 | 0.07 | 0.02 | 0.19 | 0.30 | 0.44 | 0.29 | 0.41 | 0.04 | 0.32 | 0.26 | 0.23 | 0.03 | 0.18 | 0.50 | 0.15 | 0.03 | 0.16 | 0.11 | 0.21 | 0.03 | 0.07 | 0.03 | 0.02 | 0.06 | 0.22 | 0.33 | 0.19 | 0.12 | 0.25 | 0.28 | 0.19 | 0.02 | 0.01 | 0.09 | |
| 17 Uso ineficiente | 0.10 | 0.13 | 0.03 | 0.01 | 0.08 | 0.14 | 0.20 | 0.13 | 0.19 | 0.03 | 0.14 | 0.12 | 0.11 | 0.02 | 0.08 | 0.15 | 0.22 | 0.02 | 0.08 | 0.06 | 0.09 | 0.02 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.11 | 0.16 | 0.11 | 0.06 | 0.11 | 0.15 | 0.11 | 0.01 | 0.01 | 0.04 | |
| 18 Obsoleto | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 0.01 | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| 19 Def asignación funciones y resp | 0.14 | 0.16 | 0.03 | 0.01 | 0.12 | 0.16 | 0.22 | 0.16 | 0.20 | 0.03 | 0.16 | 0.13 | 0.12 | 0.01 | 0.07 | 0.16 | 0.08 | 0.02 | 0.25 | 0.09 | 0.13 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.10 | 0.16 | 0.09 | 0.05 | 0.14 | 0.14 | 0.10 | 0.01 | 0.01 | 0.06 | |
| 20 Definición políticas | 0.10 | 0.11 | 0.02 | 0.01 | 0.05 | 0.10 | 0.14 | 0.10 | 0.13 | 0.02 | 0.11 | 0.08 | 0.08 | 0.01 | 0.05 | 0.11 | 0.06 | 0.02 | 0.09 | 0.16 | 0.09 | 0.02 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.06 | 0.11 | 0.06 | 0.03 | 0.10 | 0.09 | 0.06 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | |
| 21 F control admin | 0.17 | 0.21 | 0.04 | 0.01 | 0.15 | 0.18 | 0.27 | 0.18 | 0.24 | 0.03 | 0.19 | 0.16 | 0.14 | 0.02 | 0.10 | 0.21 | 0.09 | 0.02 | 0.13 | 0.09 | 0.31 | 0.03 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.12 | 0.20 | 0.12 | 0.07 | 0.17 | 0.18 | 0.13 | 0.01 | 0.01 | 0.07 | |
| 22 F pronósticos | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.01 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.05 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | |
| 23 F planeación | 0.06 | 0.07 | 0.01 | 0.00 | 0.05 | 0.07 | 0.10 | 0.07 | 0.09 | 0.02 | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.01 | 0.03 | 0.07 | 0.04 | 0.02 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.01 | 0.11 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.07 | 0.04 | 0.02 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.03 |
| 24 Contratación personal | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.05 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | |
| 25 Servicio cliente | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | |
| 26 F documentación | 0.05 | 0.05 | 0.02 | 0.00 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.07 | 0.01 | 0.06 | 0.06 | 0.04 | 0.01 | 0.03 | 0.06 | 0.02 | 0.00 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.09 | 0.04 | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | |
| 27 Ergonomía inapropada | 0.16 | 0.17 | 0.05 | 0.01 | 0.11 | 0.25 | 0.33 | 0.23 | 0.33 | 0.03 | 0.24 | 0.18 | 0.16 | 0.03 | 0.13 | 0.22 | 0.11 | 0.02 | 0.10 | 0.05 | 0.12 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.03 | 0.24 | 0.15 | 0.08 | 0.16 | 0.21 | 0.12 | 0.01 | 0.01 | 0.07 |
| 28 Inseguridad proceso | 0.24 | 0.27 | 0.07 | 0.02 | 0.20 | 0.35 | 0.44 | 0.27 | 0.42 | 0.04 | 0.31 | 0.27 | 0.23 | 0.04 | 0.17 | 0.33 | 0.15 | 0.04 | 0.16 | 0.11 | 0.20 | 0.22 | 0.07 | 0.03 | 0.02 | 0.06 | 0.24 | 0.51 | 0.22 | 0.14 | 0.23 | 0.25 | 0.20 | 0.02 | 0.02 | 0.09 | |
| 29 Logares inapropados | 0.14 | 0.15 | 0.04 | 0.01 | 0.10 | 0.17 | 0.25 | 0.16 | 0.25 | 0.02 | 0.19 | 0.16 | 0.14 | 0.02 | 0.12 | 0.19 | 0.11 | 0.02 | 0.09 | 0.06 | 0.12 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.15 | 0.20 | 0.26 | 0.08 | 0.13 | 0.20 | 0.12 | 0.02 | 0.01 | 0.08 | |
| 30 Mantenimiento instalaciones | 0.08 | 0.09 | 0.03 | 0.01 | 0.06 | 0.08 | 0.13 | 0.08 | 0.13 | 0.01 | 0.08 | 0.10 | 0.08 | 0.05 | 0.02 | 0.10 | 0.06 | 0.02 | 0.05 | 0.03 | 0.07 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.08 | 0.14 | 0.28 | 0.16 | 0.07 | 0.10 | 0.07 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | |
| 31 Control entregas pedidos | 0.20 | 0.23 | 0.04 | 0.02 | 0.15 | 0.24 | 0.35 | 0.24 | 0.31 | 0.04 | 0.25 | 0.19 | 0.18 | 0.02 | 0.12 | 0.25 | 0.11 | 0.03 | 0.14 | 0.10 | 0.17 | 0.03 | 0.07 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.15 | 0.23 | 0.13 | 0.07 | 0.39 | 0.23 | 0.16 | 0.02 | 0.02 | 0.09 | |
| 32 Manejo inapropado | 0.20 | 0.24 | 0.05 | 0.01 | 0.15 | 0.27 | 0.35 | 0.26 | 0.37 | 0.04 | 0.29 | 0.22 | 0.21 | 0.03 | 0.15 | 0.28 | 0.15 | 0.03 | 0.14 | 0.09 | 0.16 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.21 | 0.25 | 0.20 | 0.10 | 0.23 | 0.46 | 0.19 | 0.02 | 0.02 | 0.09 | |
| 33 Aprovechamiento inadecuado | 0.14 | 0.18 | 0.05 | 0.01 | 0.11 | 0.16 | 0.25 | 0.17 | 0.23 | 0.02 | 0.19 | 0.15 | 0.13 | 0.02 | 0.09 | 0.19 | 0.11 | 0.02 | 0.10 | 0.05 | 0.13 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.12 | 0.20 | 0.12 | 0.07 | 0.16 | 0.19 | 0.29 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | |
| 34 Materiales inapropados | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | |
| 35 Diseño | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

TEJIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla C.2 Matriz de proximidad de los problemas de producción de las MPVME manufactureras

| | ji-cuadrada | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------|------------------|------------------------|---------------------|------------------|------------------|-------|-------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|--------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------------|--------------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------|------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------|---------------------|------|
| | 1 Capacitación | 2 F. compromisos | 3 Inseguridad personal | 4 Rotación personal | 5 Trabajo equipo | 6 Balanceo línea | 7 PCP | 8 Control calidad | 9 Distribución planta | 10 Mano obra extra | 11 Técnicas inapropiadas | 12 F. equipo | 13 F. control equipo herramienta | 14 Inseguridad equipo herramienta | 15 Equipo inapropiado | 16 Mantenimiento | 17 Uso ineficiente | 18 Obsoleto | 19 Def. asignación funciones y resp | 20 Definición políticas | 21 F. control admin | 22 F. pronósticos | 23 F. planeación | 24 Contratación personal | 25 Servicio cliente | 26 F. documentación | 27 Ergonomía inapropiada | 28 Inseguridad proceso | 29 Lugares inapropiados | 30 Mantenimiento instalaciones | 31 Control entregas pedidos | 32 Manejo inapropiado | 33 Aprovechamiento inadecuado | 34 Materiales inapropiados | 35 Diseño | 36 Especificaciones | |
| 1 Capacitación | 0.00 | 0.32 | 0.47 | 0.43 | 0.36 | 0.44 | 0.38 | 0.40 | 0.39 | 0.46 | 0.38 | 0.39 | 0.40 | 0.51 | 0.45 | 0.33 | 0.46 | 0.47 | 0.39 | 0.40 | 0.37 | 0.43 | 0.45 | 0.47 | 0.50 | 0.46 | 0.48 | 0.38 | 0.46 | 0.45 | 0.51 | 0.35 | 0.42 | 0.43 | 0.49 | 0.47 | 0.44 |
| 2 F. compromisos | 0.32 | 0.00 | 0.47 | 0.44 | 0.34 | 0.46 | 0.37 | 0.40 | 0.42 | 0.47 | 0.41 | 0.38 | 0.40 | 0.52 | 0.47 | 0.33 | 0.43 | 0.47 | 0.36 | 0.41 | 0.31 | 0.48 | 0.46 | 0.48 | 0.44 | 0.48 | 0.50 | 0.36 | 0.45 | 0.51 | 0.34 | 0.38 | 0.37 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.46 |
| 3 Inseguridad personal | 0.47 | 0.47 | 0.00 | 0.32 | 0.45 | 0.56 | 0.55 | 0.51 | 0.55 | 0.43 | 0.53 | 0.42 | 0.45 | 0.30 | 0.41 | 0.46 | 0.42 | 0.36 | 0.47 | 0.45 | 0.47 | 0.39 | 0.44 | 0.35 | 0.38 | 0.37 | 0.47 | 0.43 | 0.41 | 0.32 | 0.50 | 0.48 | 0.39 | 0.32 | 0.34 | 0.45 | |
| 4 Rotación personal | 0.43 | 0.44 | 0.32 | 0.00 | 0.42 | 0.51 | 0.55 | 0.50 | 0.56 | 0.30 | 0.51 | 0.44 | 0.48 | 0.27 | 0.41 | 0.49 | 0.41 | 0.27 | 0.40 | 0.37 | 0.43 | 0.27 | 0.32 | 0.24 | 0.26 | 0.30 | 0.43 | 0.50 | 0.41 | 0.32 | 0.50 | 0.48 | 0.43 | 0.21 | 0.22 | 0.37 | |
| 5 Trabajo equipo | 0.36 | 0.34 | 0.45 | 0.42 | 0.00 | 0.51 | 0.47 | 0.48 | 0.49 | 0.44 | 0.48 | 0.45 | 0.43 | 0.49 | 0.51 | 0.42 | 0.47 | 0.42 | 0.34 | 0.36 | 0.32 | 0.44 | 0.38 | 0.44 | 0.43 | 0.41 | 0.55 | 0.42 | 0.50 | 0.51 | 0.38 | 0.48 | 0.44 | 0.45 | 0.44 | 0.44 | |
| 6 Balanceo línea | 0.44 | 0.46 | 0.56 | 0.51 | 0.51 | 0.00 | 0.25 | 0.28 | 0.26 | 0.47 | 0.31 | 0.50 | 0.40 | 0.59 | 0.53 | 0.42 | 0.50 | 0.49 | 0.48 | 0.50 | 0.52 | 0.50 | 0.52 | 0.56 | 0.57 | 0.58 | 0.40 | 0.45 | 0.51 | 0.61 | 0.43 | 0.44 | 0.44 | 0.53 | 0.55 | 0.53 | 0.47 |
| 7 PCP | 0.38 | 0.37 | 0.55 | 0.55 | 0.47 | 0.25 | 0.00 | 0.26 | 0.16 | 0.54 | 0.26 | 0.41 | 0.36 | 0.60 | 0.48 | 0.31 | 0.47 | 0.54 | 0.47 | 0.53 | 0.45 | 0.54 | 0.55 | 0.57 | 0.58 | 0.58 | 0.58 | 0.35 | 0.34 | 0.44 | 0.56 | 0.41 | 0.35 | 0.49 | 0.57 | 0.55 | 0.50 |
| 8 Control calidad | 0.40 | 0.40 | 0.51 | 0.50 | 0.48 | 0.28 | 0.26 | 0.00 | 0.29 | 0.48 | 0.32 | 0.46 | 0.37 | 0.56 | 0.51 | 0.37 | 0.47 | 0.49 | 0.45 | 0.51 | 0.48 | 0.49 | 0.51 | 0.53 | 0.56 | 0.55 | 0.40 | 0.42 | 0.48 | 0.57 | 0.38 | 0.39 | 0.46 | 0.51 | 0.50 | 0.48 | |
| 9 Distribución planta | 0.39 | 0.42 | 0.55 | 0.55 | 0.49 | 0.26 | 0.16 | 0.29 | 0.00 | 0.53 | 0.27 | 0.42 | 0.36 | 0.57 | 0.46 | 0.33 | 0.47 | 0.53 | 0.49 | 0.54 | 0.49 | 0.53 | 0.56 | 0.58 | 0.60 | 0.58 | 0.35 | 0.34 | 0.44 | 0.56 | 0.41 | 0.35 | 0.49 | 0.57 | 0.55 | 0.50 | |
| 10 Mano obra extra | 0.46 | 0.47 | 0.43 | 0.30 | 0.44 | 0.47 | 0.54 | 0.48 | 0.53 | 0.00 | 0.49 | 0.54 | 0.46 | 0.39 | 0.50 | 0.52 | 0.42 | 0.29 | 0.39 | 0.36 | 0.44 | 0.28 | 0.31 | 0.34 | 0.31 | 0.40 | 0.51 | 0.53 | 0.50 | 0.44 | 0.50 | 0.49 | 0.32 | 0.29 | 0.33 | 0.33 | |
| 11 Técnicas inapropiadas | 0.38 | 0.41 | 0.53 | 0.51 | 0.48 | 0.31 | 0.26 | 0.32 | 0.27 | 0.49 | 0.00 | 0.44 | 0.37 | 0.55 | 0.46 | 0.36 | 0.46 | 0.50 | 0.46 | 0.50 | 0.47 | 0.49 | 0.52 | 0.54 | 0.55 | 0.54 | 0.49 | 0.40 | 0.46 | 0.58 | 0.38 | 0.38 | 0.45 | 0.52 | 0.52 | 0.46 | |
| 12 F. equipo | 0.39 | 0.38 | 0.42 | 0.44 | 0.45 | 0.50 | 0.41 | 0.46 | 0.42 | 0.54 | 0.44 | 0.00 | 0.40 | 0.45 | 0.35 | 0.33 | 0.43 | 0.50 | 0.47 | 0.50 | 0.42 | 0.49 | 0.51 | 0.45 | 0.53 | 0.46 | 0.43 | 0.33 | 0.38 | 0.42 | 0.41 | 0.38 | 0.42 | 0.47 | 0.48 | 0.46 | |
| 13 F. control equipo herramienta | 0.40 | 0.40 | 0.45 | 0.48 | 0.43 | 0.40 | 0.36 | 0.37 | 0.36 | 0.46 | 0.37 | 0.40 | 0.00 | 0.48 | 0.45 | 0.37 | 0.43 | 0.43 | 0.44 | 0.46 | 0.44 | 0.47 | 0.48 | 0.50 | 0.51 | 0.50 | 0.43 | 0.37 | 0.42 | 0.49 | 0.39 | 0.37 | 0.43 | 0.48 | 0.47 | 0.43 | |
| 14 Inseguridad equipo herramienta | 0.51 | 0.52 | 0.30 | 0.27 | 0.49 | 0.59 | 0.60 | 0.56 | 0.57 | 0.39 | 0.55 | 0.45 | 0.48 | 0.00 | 0.37 | 0.49 | 0.41 | 0.32 | 0.50 | 0.43 | 0.49 | 0.34 | 0.42 | 0.31 | 0.34 | 0.35 | 0.47 | 0.47 | 0.41 | 0.29 | 0.51 | 0.48 | 0.43 | 0.28 | 0.30 | 0.44 | |
| 15 Equipo inapropiado | 0.45 | 0.47 | 0.41 | 0.41 | 0.51 | 0.53 | 0.48 | 0.51 | 0.46 | 0.50 | 0.46 | 0.35 | 0.45 | 0.37 | 0.00 | 0.41 | 0.43 | 0.45 | 0.53 | 0.52 | 0.48 | 0.43 | 0.52 | 0.44 | 0.50 | 0.47 | 0.41 | 0.40 | 0.37 | 0.40 | 0.48 | 0.42 | 0.45 | 0.41 | 0.45 | 0.47 | |
| 16 Mantenimiento | 0.33 | 0.33 | 0.46 | 0.49 | 0.42 | 0.42 | 0.31 | 0.37 | 0.33 | 0.52 | 0.36 | 0.33 | 0.37 | 0.49 | 0.41 | 0.00 | 0.41 | 0.50 | 0.45 | 0.48 | 0.40 | 0.52 | 0.52 | 0.50 | 0.55 | 0.52 | 0.42 | 0.29 | 0.41 | 0.46 | 0.36 | 0.34 | 0.39 | 0.50 | 0.53 | 0.50 | |
| 17 Uso ineficiente | 0.46 | 0.43 | 0.42 | 0.41 | 0.47 | 0.50 | 0.47 | 0.47 | 0.47 | 0.42 | 0.46 | 0.43 | 0.43 | 0.41 | 0.43 | 0.41 | 0.00 | 0.39 | 0.45 | 0.45 | 0.44 | 0.41 | 0.46 | 0.44 | 0.44 | 0.48 | 0.45 | 0.38 | 0.36 | 0.42 | 0.46 | 0.38 | 0.36 | 0.42 | 0.43 | 0.46 | |
| 18 Obsoleto | 0.47 | 0.47 | 0.36 | 0.27 | 0.42 | 0.49 | 0.54 | 0.49 | 0.53 | 0.29 | 0.50 | 0.50 | 0.43 | 0.32 | 0.45 | 0.50 | 0.39 | 0.00 | 0.41 | 0.35 | 0.45 | 0.30 | 0.32 | 0.32 | 0.30 | 0.37 | 0.48 | 0.48 | 0.45 | 0.40 | 0.47 | 0.50 | 0.44 | 0.29 | 0.29 | 0.39 | |
| 19 Def. asignación funciones y resp | 0.39 | 0.38 | 0.47 | 0.40 | 0.34 | 0.48 | 0.47 | 0.45 | 0.49 | 0.38 | 0.46 | 0.47 | 0.44 | 0.50 | 0.53 | 0.45 | 0.45 | 0.41 | 0.00 | 0.32 | 0.36 | 0.40 | 0.37 | 0.43 | 0.42 | 0.42 | 0.53 | 0.46 | 0.50 | 0.53 | 0.40 | 0.47 | 0.46 | 0.44 | 0.43 | 0.42 | |
| 20 Definición políticas | 0.40 | 0.41 | 0.45 | 0.37 | 0.36 | 0.53 | 0.53 | 0.51 | 0.54 | 0.36 | 0.50 | 0.50 | 0.46 | 0.43 | 0.52 | 0.48 | 0.45 | 0.35 | 0.32 | 0.00 | 0.36 | 0.37 | 0.35 | 0.40 | 0.37 | 0.38 | 0.56 | 0.48 | 0.51 | 0.50 | 0.42 | 0.51 | 0.47 | 0.41 | 0.39 | 0.41 | |
| 21 F. control admin | 0.37 | 0.31 | 0.47 | 0.43 | 0.32 | 0.52 | 0.45 | 0.48 | 0.45 | 0.44 | 0.47 | 0.42 | 0.44 | 0.49 | 0.48 | 0.40 | 0.44 | 0.45 | 0.36 | 0.36 | 0.00 | 0.43 | 0.40 | 0.43 | 0.42 | 0.42 | 0.54 | 0.42 | 0.47 | 0.50 | 0.37 | 0.44 | 0.41 | 0.46 | 0.45 | 0.44 | |
| 22 F. pronósticos | 0.43 | 0.48 | 0.39 | 0.27 | 0.44 | 0.50 | 0.54 | 0.49 | 0.53 | 0.22 | 0.49 | 0.42 | 0.49 | 0.34 | 0.43 | 0.52 | 0.41 | 0.30 | 0.40 | 0.37 | 0.43 | 0.60 | 0.33 | 0.30 | 0.22 | 0.35 | 0.49 | 0.51 | 0.46 | 0.45 | 0.44 | 0.46 | 0.46 | 0.28 | 0.25 | 0.34 | |
| 23 F. planeación | 0.45 | 0.46 | 0.44 | 0.32 | 0.38 | 0.52 | 0.55 | 0.51 | 0.52 | 0.31 | 0.52 | 0.51 | 0.48 | 0.42 | 0.52 | 0.52 | 0.46 | 0.32 | 0.37 | 0.35 | 0.40 | 0.33 | 0.00 | 0.35 | 0.29 | 0.38 | 0.55 | 0.52 | 0.52 | 0.51 | 0.43 | 0.52 | 0.48 | 0.35 | 0.31 | 0.37 | |
| 24 Contratación personal | 0.47 | 0.48 | 0.35 | 0.24 | 0.44 | 0.56 | 0.57 | 0.53 | 0.59 | 0.34 | 0.54 | 0.45 | 0.50 | 0.31 | 0.44 | 0.50 | 0.44 | 0.32 | 0.43 | 0.40 | 0.43 | 0.30 | 0.35 | 0.00 | 0.28 | 0.31 | 0.50 | 0.52 | 0.45 | 0.41 | 0.48 | 0.50 | 0.45 | 0.25 | 0.25 | 0.38 | |
| 25 Servicio cliente | 0.50 | 0.48 | 0.38 | 0.25 | 0.43 | 0.57 | 0.58 | 0.56 | 0.60 | 0.31 | 0.55 | 0.53 | 0.51 | 0.34 | 0.50 | 0.55 | 0.44 | 0.30 | 0.42 | 0.37 | 0.42 | 0.29 | 0.29 | 0.00 | 0.32 | 0.53 | 0.55 | 0.49 | 0.43 | 0.48 | 0.51 | 0.45 | 0.26 | 0.24 | 0.40 | | |
| 26 F. documentación | 0.46 | 0.48 | 0.37 | 0.30 | 0.41 | 0.58 | 0.58 | 0.55 | 0.58 | 0.45 | 0.54 | 0.46 | 0.50 | 0.35 | 0.47 | 0.52 | 0.46 | 0.37 | 0.42 | 0.38 | 0.42 | 0.35 | 0.36 | 0.31 | 0.32 | 0.00 | 0.53 | 0.51 | 0.49 | 0.43 | 0.48 | 0.52 | 0.49 | 0.32 | 0.30 | 0.40 | |
| 27 Ergonomía inapropiada | 0.48 | 0.50 | 0.47 | 0.49 | 0.55 | 0.40 | 0.39 | 0.42 | 0.35 | 0.51 | 0.40 | 0.43 | 0.43 | 0.47 | 0.41 | 0.42 | 0.45 | 0.48 | 0.53 | 0.56 | 0.54 | 0.49 | 0.55 | 0.50 | 0.53 | 0.53 | 0.00 | 0.43 | 0.42 | 0.47 | 0.49 | 0.41 | 0.48 | 0.48 | 0.49 | 0.50 | |
| 28 Inseguridad proceso | 0.38 | 0.36 | 0.43 | 0.50 | 0.42 | 0.45 | 0.34 | 0.42 | 0.34 | 0.52 | 0.40 | 0.33 | 0.37 | 0.47 | 0.40 | 0.29 | 0.38 | 0.48 | 0.46 | 0.49 | 0.42 | 0.51 | 0.52 | 0.52 | 0.55 | 0.51 | 0.43 | 0.00 | 0.34 | 0.43 | 0.41 | 0.33 | 0.38 | 0.53 | 0.53 | 0.51 | |
| 29 Lugares inapropiados | 0.46 | 0.45 | 0.41 | 0.41 | 0.50 | 0.51 | 0.46 | 0.48 | 0.44 | 0.50 | 0.46 | 0.38 | 0.42 | 0.41 | 0.37 | 0.41 | 0.38 | 0.45 | 0.50 | 0.51 | 0.47 | 0.46 | 0.52 | 0.46 | 0.49 | 0.45 | 0.42 | 0.34 | 0.00 | 0.38 | 0.47 | 0.34 | 0.40 | 0.41 | 0.45 | 0.48 | |
| 30 Mantenimiento instalaciones | 0.51 | 0.51 | 0.32 | 0.37 | 0.51 | 0.61 | 0.58 | 0.57 | 0.56 | 0.50 | 0.58 | 0.42 | 0.49 | 0.29 | 0.45 | 0.46 | 0.42 | 0.40 | 0.53 | 0.55 | 0.50 | 0.45 | 0.51 | 0.41 | 0.43 | 0.43 | 0.47 | 0.49 | 0.35 | 0.00 | 0.54 | 0.47 | 0.44 | 0.37 | 0.41 | 0.52 | |
| 31 Control entregas pedidos | 0.35 | 0.34 | 0.50 | 0.44 | 0.38 | 0.43 | 0.36 | 0.33 | 0.41 | 0.44 | 0.38 | 0.41 | 0.39 | 0.51 | 0.48 | 0.36 | 0.45 | 0.47 | 0.40 | 0.42 | 0.37 | 0.44 | 0.43 | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.45 | 0.41 | 0.47 | 0.54 | 0.00 | 0.36 | 0.41 | 0.47 | 0.44 | 0.48 | |
| 32 Manejo inapropiado | 0.42 | 0.38 | 0.48 | 0.48 | 0.44 | 0.34 | 0.39 | 0.35 | 0.50 | 0.38 | 0.38 | 0.37 | 0.51 | 0.48 | 0.42 | 0.34 | 0.38 | 0.50 | 0.47 | 0.51 | 0.44 | 0.49 | 0.52 | 0.50 | 0.51 | 0.52 | 0.41 | 0.33 | 0.34 | 0.47 | 0.38 | 0.00 | 0.36 | 0.47 | 0.49 | 0.48 | |
| 33 Aprovechamiento inadecuado | 0.43 | 0.37 | 0.39 | 0.43 | 0.44 | 0.53 | 0.44 | 0.46 | 0.48 | 0.45 | 0.45 | 0.42 | 0.43 | 0.43 | 0.45 | 0.39 | 0.35 | 0.44 | 0.45 | 0.47 | 0.41 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | |
| 34 Materiales inapropiados | 0.49 | 0.50 | 0.32 | 0.21 | 0.45 | 0.55 | 0.57 | 0.51 | 0.57 | 0.32 | 0.52 | 0.47 | 0.48 | 0.28 | 0.41 | 0.50 | 0.42 | 0.29 | 0.44 | 0.41 | 0.49 | 0.28 | 0.35 | 0.25 | 0.25 | 0.32 | 0.45 | 0.53 | 0.41 | 0.37 | 0.47 | 0.47 | 0.44 | 0.00 | 0.22 | 0.36 | |
| 35 Diseño | 0.47 | 0.50 | 0.34 | 0.22 | 0.44 | 0.53 | 0.56 | 0.50 | 0.55 | 0.28 | 0.52 | 0.48 | 0.47 | 0.30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

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.

$$d_{(C1)(C2)} = \max \{d_{PiPj} : Pi \in C1, Pj \in C2\} \quad (D.1)$$

donde:

$C1$ y $C2$ denotan los conglomerados.

Pi y Pj 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.

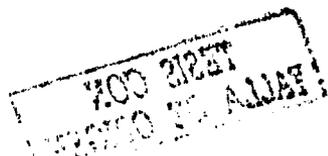
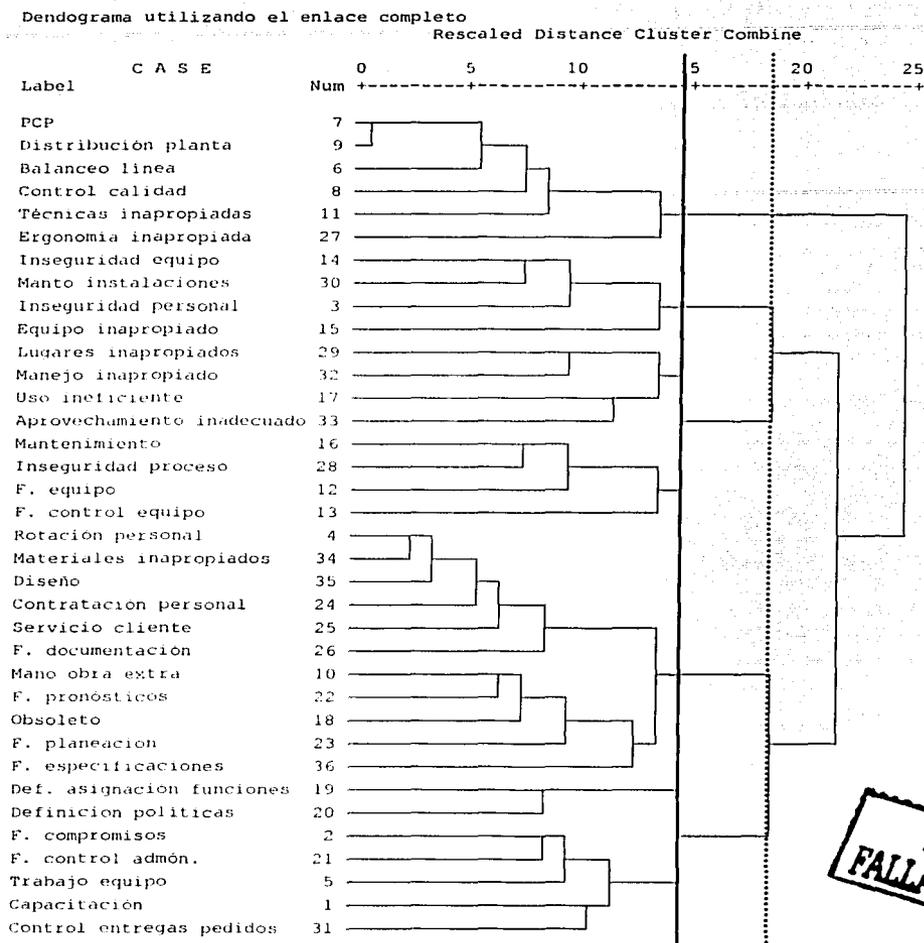


Figura D.1 Dendograma de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras



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

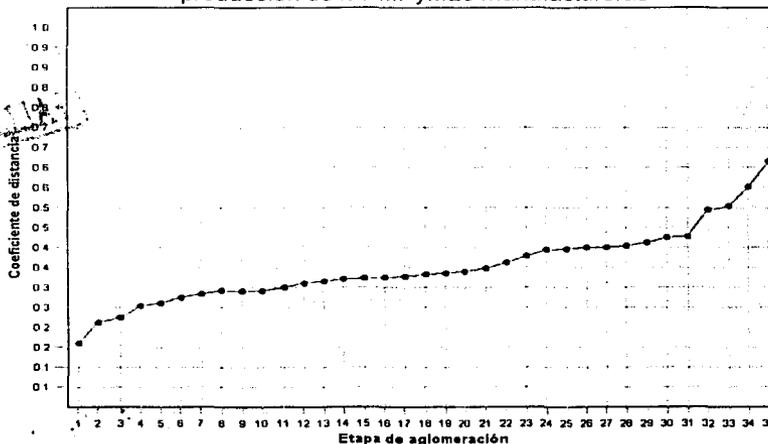


Tabla D.3 Análisis del coeficiente de aglomeración de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras

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

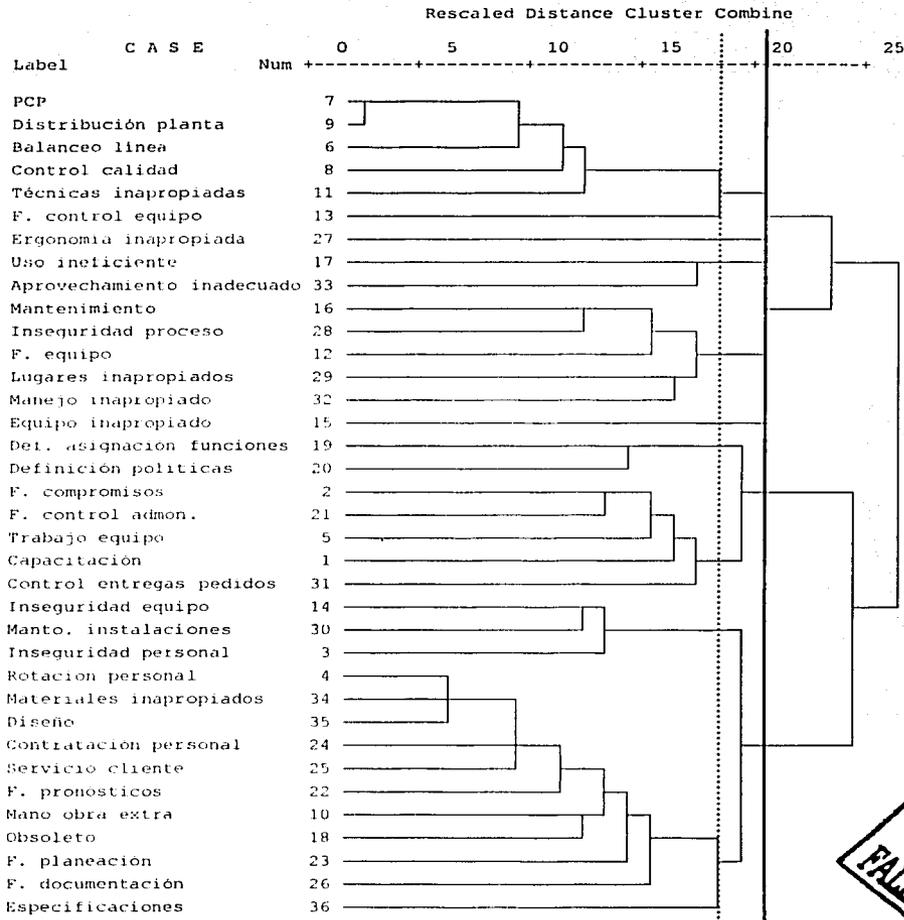
TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

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



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 |

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

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

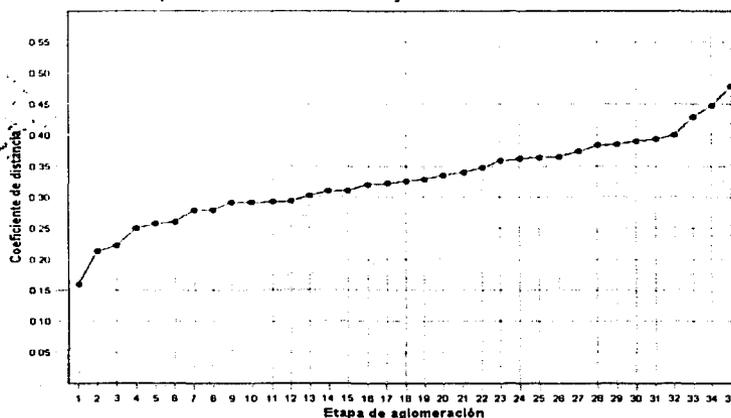


Tabla D.9 Análisis del coeficiente de aglomeración de los problemas de producción de las MPyMEs manufactureras

| Etapa de aglomeración | Número de conglomerados | Coeficiente 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 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 polticas | 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.